

A decorative graphic consisting of several horizontal, overlapping brushstrokes in various shades of green, ranging from a vibrant emerald to a darker forest green. The strokes have a textured, painterly appearance with visible bristles and varying opacity.

2019

读书报告

汇报人：牛铭铭

2019.12.29



Bioresource Technology

Volume 295, January 2020, 122284



IF=5.94

Microbial community succession and its correlation with reactor performance in a sponge membrane bioreactor coupled with fiber-bundle anoxic bio-filter for treating saline mariculture wastewater

Weilong Song^{a, c}, Lai Yoke Lee^a, Hong You^c, Xueqing Shi^{a, b}, How Yong Ng^{a, d}  

 Show more

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122284>

Get rights and content

海绵膜生物反应器结合纤维束缺氧生物滤池处理海水养殖废水的微生物群落演替及其与反应器性能的关系



CONTENTS

1

Introduction

2

Methods and Material

3

Results and Discussion

4

Conclusion



Introduction

1

Introduction

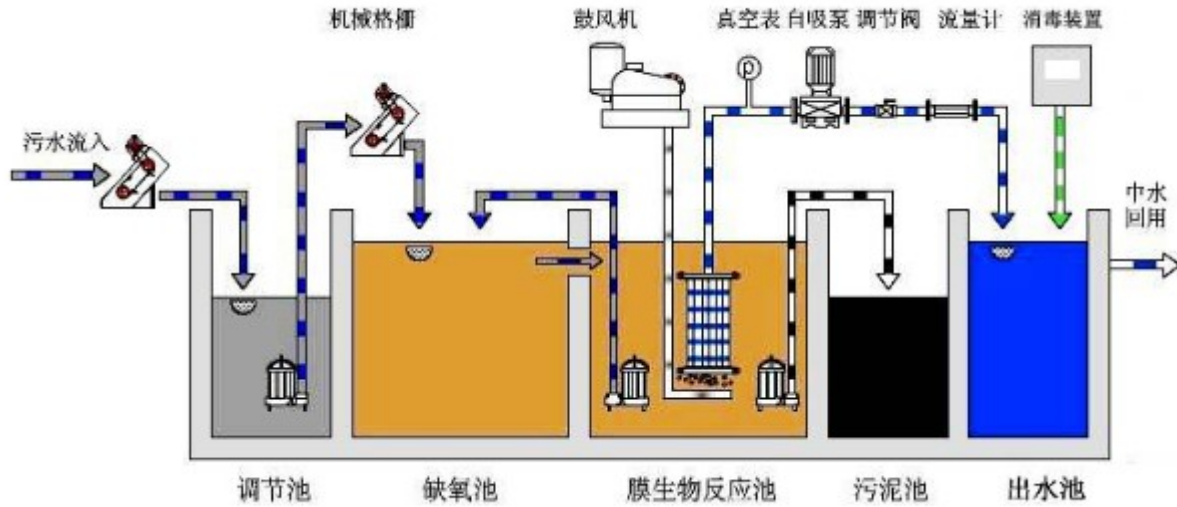


近年来，海水养殖产业的迅速发展导致富含悬浮固体，有机物和营养物质的废海水增加（称为海水养殖废水）。这些废水对沿海海洋生态构成越来越大的威胁（Zheng *et al.*, 2016）。

1

Introduction

膜生物反应器(MBR)



MBR具有占地面积小，出水水质好，生物质浓度高和污泥少的独特优势 (Tang *et al.*, 2016)。

1

Introduction

然而，高盐度对与养分转化和膜过滤相关的生物过程的不利影响阻碍了其在海水养殖和类似盐水处理中的广泛应用 (Jang *et al.*, 2013)。

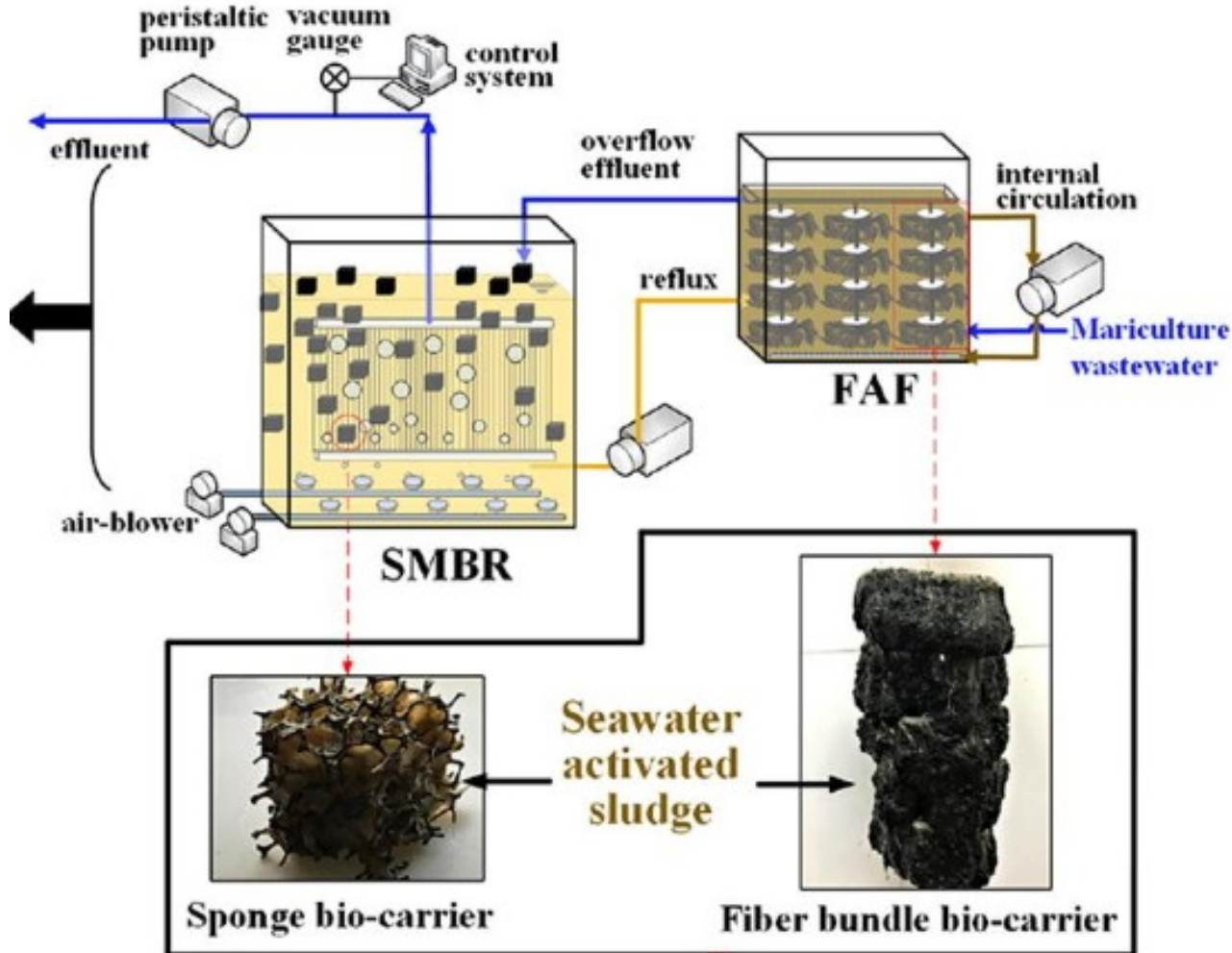
一方面，高渗透压可直接抑制细菌的代谢活动，尤其是对环境敏感的硝化剂，反硝化剂和磷累积生物 (PAO) (Cortés-Lorenzo *et al.*, 2015)。

另一方面，高盐度胁迫也导致污泥絮凝物的聚合物结构容易破裂，反过来，这将导致污泥絮凝物分解并从聚合物基质中释放EPS (Raynaud *et al.*, 2012)。

1

Introduction

FAF-SMBR系统



作者提出了一种新型的载体增强型MBR系统，该系统由用于处理海水养殖废水的海绵MBR（SMBR）和纤维束缺氧生物滤池（FAF）组成。

1 Introduction



磁粉膜污垢主要是通过降低大分子产量和减少散装污泥中的先驱细菌来减轻的(Liu *et al.*, 2018b)。

在另一项研究中，AnMBR中的竹炭（BC）可以改善微生物多样性并促进产甲烷细菌的活性(Xia *et al.*, 2016)。

然而，关于载体的应用与微生物群落演替之间的联系以及在去除营养物和减轻膜污染方面的增强机制，仍然知之甚少。

1

Introduction

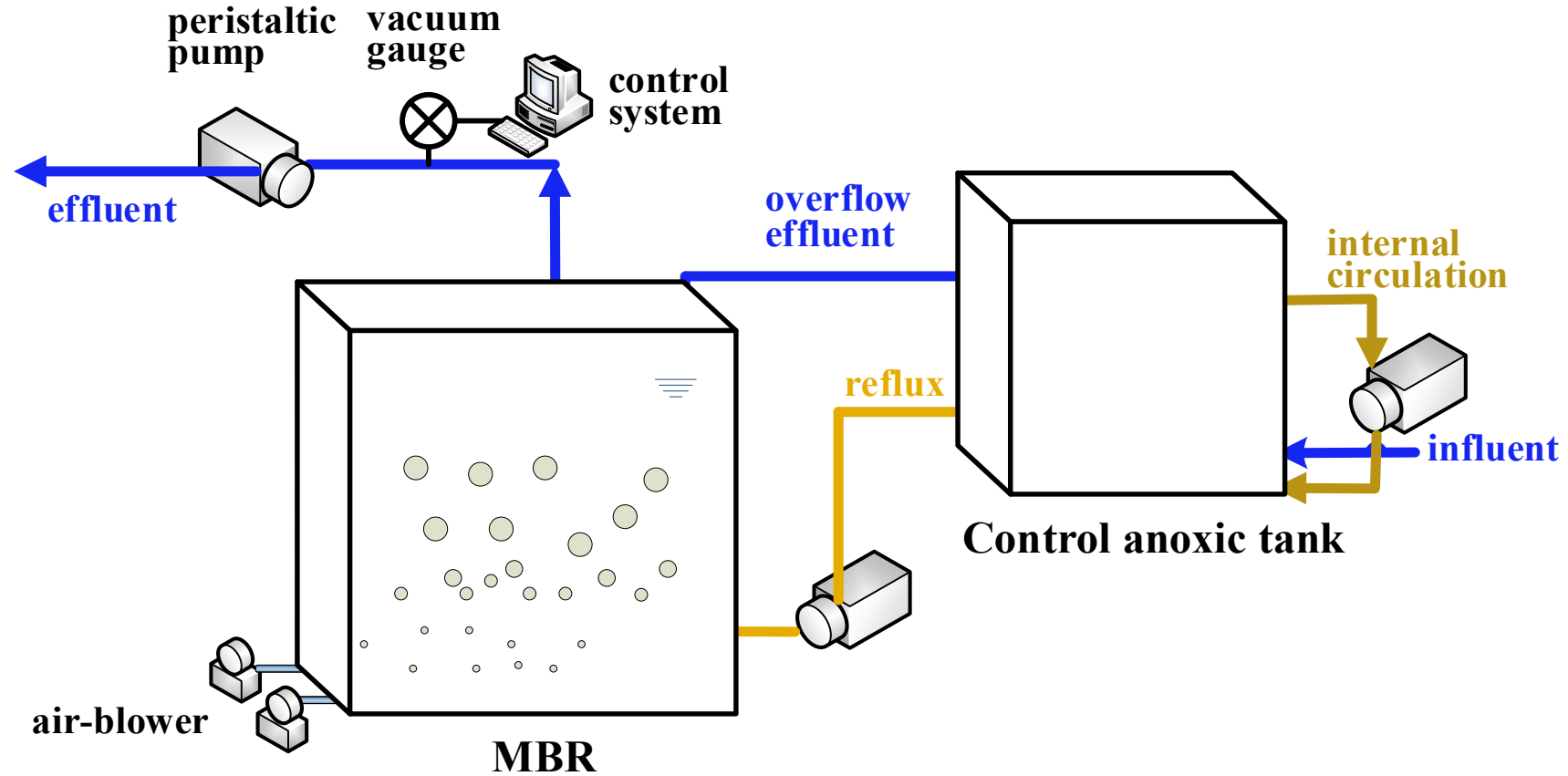
研究目标

本研究的总体目标是在用于处理海水养殖废水的新型FAF-SMBR系统中，研究载体对微生物群落演替的影响及其与反应堆性能增强的关系。



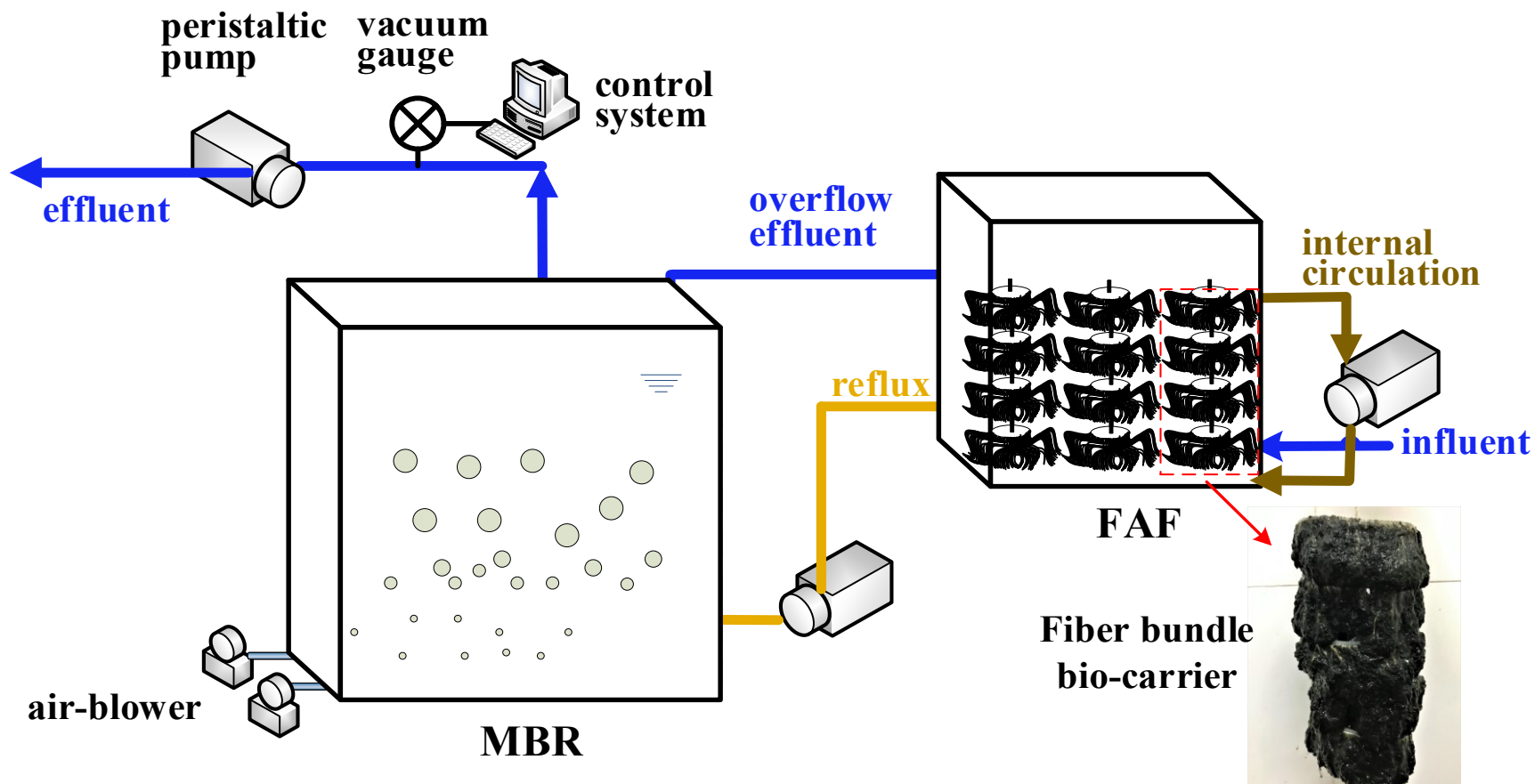
Methods and Material

FAF-SMBR系统开发和运行条件



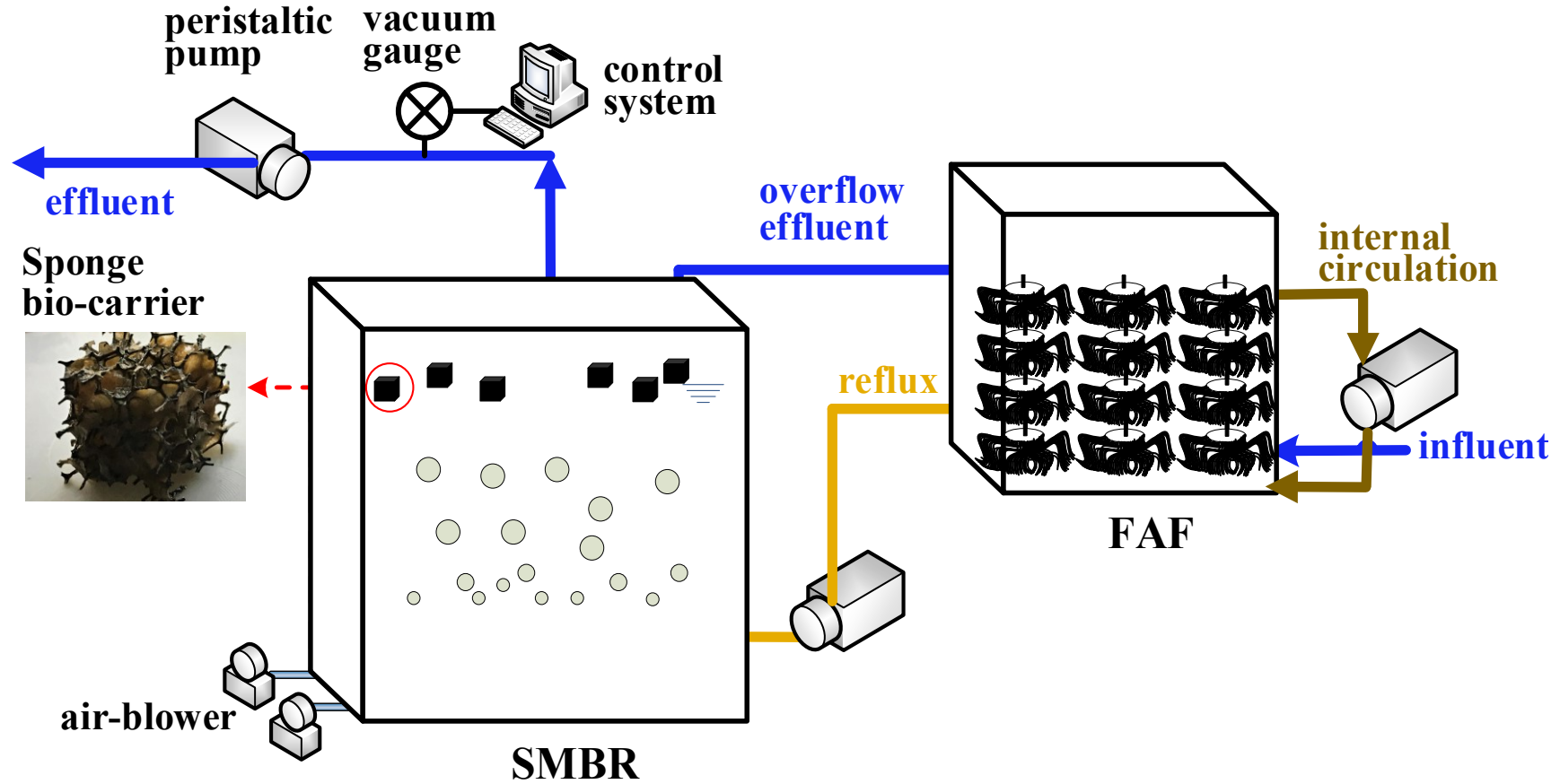
第一阶段：以常规的缺氧罐MBR（A-MBR）作为对照

FAF-SMBR系统开发和运行条件



第二阶段：将半固定的纤维束载体装在一个缺氧罐装置中，以构建FAF-MBR

FAF-SMBR系统开发和运行条件



第三阶段：将悬浮的海绵立方体载体添加到MBR装置中以设置FAF-SMBR

海水活性污泥的培养

盐分逐渐增加可以帮助生物量适应高盐环境(Di Trapani *et al.*, 2014)。

海水：中国威海的黄海（盐度为35.2%）

从污水处理厂收集的活性污泥要适应合成废水，使海水百分比逐渐增加（0%，10%，20%，30%，40%，50%，60%，70%，80%，90%和100%）。每个适应步骤进行15天，以提供足够的适应时间。

监测活性污泥的TOC和 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 去除性能的变化以评估驯化过程。

人工模拟海水养殖废水

从黄海（中国威海）收集的海水用作整体溶液。粗玉米淀粉用于模拟废水中残留的有机颗粒和溶解的有机物，同时添加氯化铵，磷酸二氢钠和磷酸氢二钠作为养分。加入碳酸氢盐以补充碱度。



Results and Discussion

Table 1

Pollutants removal and membrane filtration performance of the hybrid system during the 3 operational phases.

Parameters	Phase 1 A-MBR	Phase 2 FAF-MBR	Phase 3 FAF-SMBR
Feed characteristics			
Influent TOC (mg/L)	105.3 ± 9.6	108.5 ± 7.6	103.3 ± 5.6
Influent TN (mg/L)	49.3 ± 0.8	50.1 ± 0.6	51.5 ± 0.7
Influent TP (mg/L)	6.9 ± 0.8	6.6 ± 0.5	6.4 ± 0.3
Influent salinity (‰)	35.2	35.2	35.2
Effluent characteristics			
Effluent TOC (mg/L)	5.24 ± 1.7	3.53 ± 1.8	2.57 ± 1.1
Effluent NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0.75 ± 0.3	6.81 ± 1.5	0.65 ± 0.5
Effluent NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	3.0 ± 0.6	7.7 ± 1.4	1.24 ± 0.3
Effluent NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	12.8 ± 2.1	1.7 ± 0.4	0.91 ± 0.1
Effluent TN (mg/L)	16.55 ± 0.5	16.21 ± 0.8	2.8 ± 0.2
Effluent TP (mg/L)	4.7 ± 0.4	3.93 ± 0.6	3.71 ± 0.4
Removal performance (%)			
TOC removal efficiency	95.02 ± 1.2	96.65 ± 1.3	97.56 ± 0.9
TN removal efficiency	69.8 ± 1.2	71.4 ± 0.6	94.3 ± 0.9
TP removal efficiency	31.2 ± 0.2	40.2 ± 0.6	42.1 ± 0.4
Filtration performance			
Filtration cycle length (d)	10	23	44
Fouling rate (10 ¹² m ⁻¹ day ⁻¹)	4.01	1.48	0.55

这可能归因于使用了海水活化的污泥，建立了以各种海洋和耐盐微生物为主的微生物群落。这个微生物群落为稳定和有效的有机物去除性能以及氮去除能力奠定了基础。

Table 1

Pollutants removal and membrane filtration performance of the hybrid system during the 3 operational phases.

Parameters	Phase 1 A-MBR	Phase 2 FAF-MBR	Phase 3 FAF-SMBR
Feed characteristics			
Influent TOC (mg/L)	105.3 ± 9.6	108.5 ± 7.6	103.3 ± 5.6
Influent TN (mg/L)	49.3 ± 0.8	50.1 ± 0.6	51.5 ± 0.7
Influent TP (mg/L)	6.9 ± 0.8	6.6 ± 0.5	6.4 ± 0.3
Influent salinity (‰)	35.2	35.2	35.2
Effluent characteristics			
Effluent TOC (mg/L)	5.24 ± 1.7	3.53 ± 1.8	2.57 ± 1.1
Effluent NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0.75 ± 0.3	6.81 ± 1.5	0.65 ± 0.5
Effluent NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	3.0 ± 0.6	7.7 ± 1.4	1.24 ± 0.3
Effluent NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	12.8 ± 2.1	1.7 ± 0.4	0.91 ± 0.1
Effluent TN (mg/L)	16.55 ± 0.5	16.21 ± 0.8	2.8 ± 0.2
Effluent TP (mg/L)	4.7 ± 0.4	3.93 ± 0.6	3.71 ± 0.4
Removal performance (%)			
TOC removal efficiency	95.02 ± 1.2	96.65 ± 1.3	97.56 ± 0.9
TN removal efficiency	69.8 ± 1.2	71.4 ± 0.6	94.3 ± 0.9
TP removal efficiency	31.2 ± 0.2	40.2 ± 0.6	42.1 ± 0.4
Filtration performance			
Filtration cycle length (d)	10	23	44
Fouling rate (10 ¹² m ⁻¹ day ⁻¹)	4.01	1.48	0.55

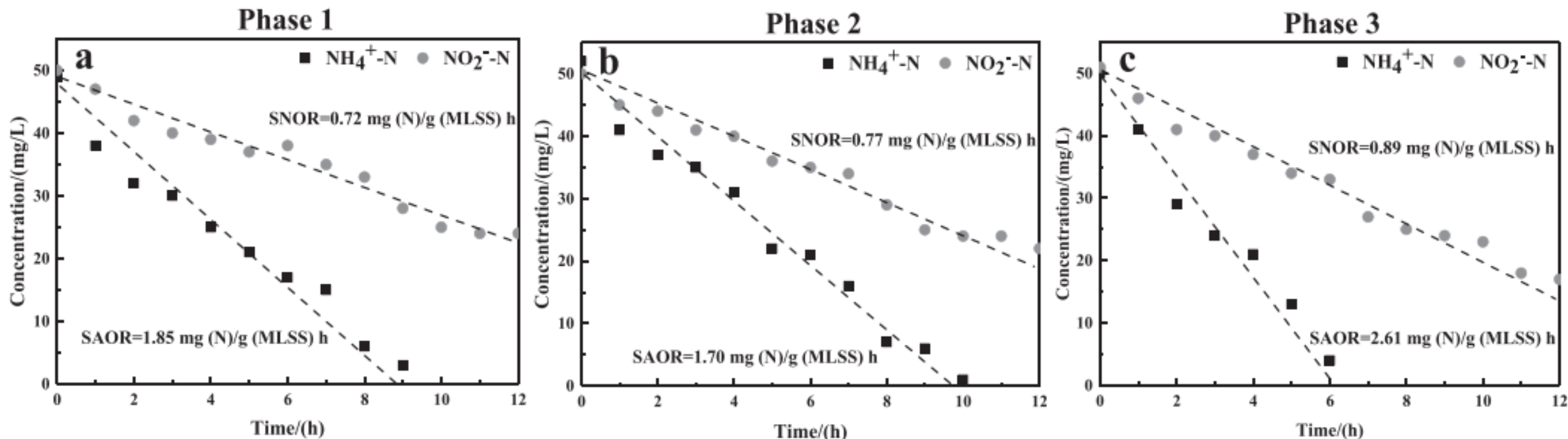
实验中使用的载体重建了高盐胁迫下分解的污泥絮凝物的聚合物结构，然后分别将生物量固定在特定的好氧/缺氧系统中，并创造了稳定多样的生境，从而增强了硝化细菌和反硝化细菌的生长和活性，从而改善了氮去除率。

Table 1

Pollutants removal and membrane filtration performance of the hybrid system during the 3 operational phases.

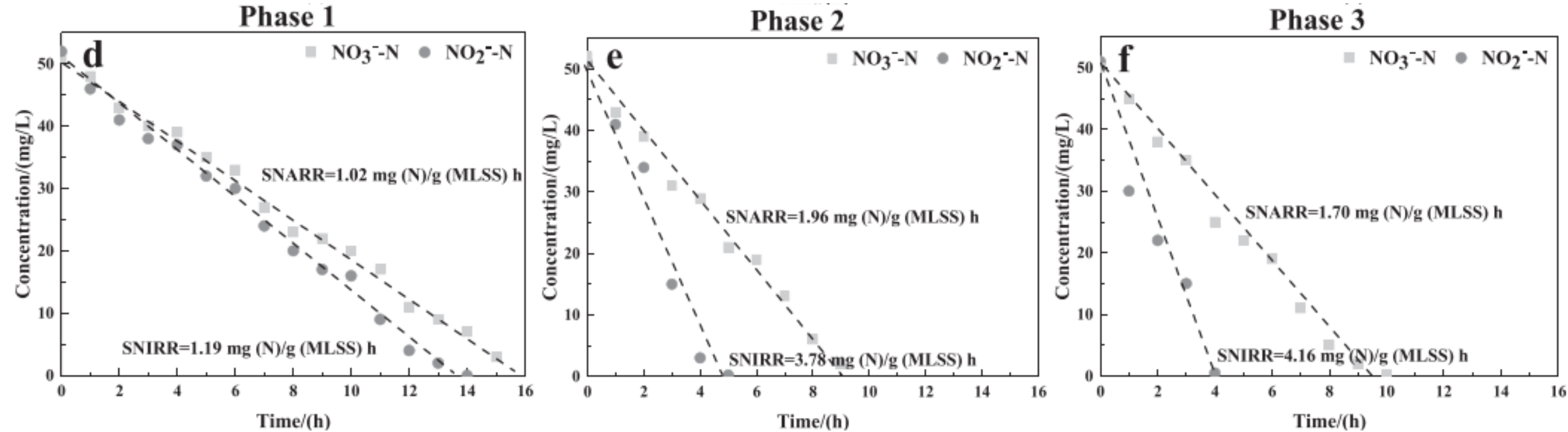
Parameters	Phase 1 A-MBR	Phase 2 FAF-MBR	Phase 3 FAF-SMBR
Feed characteristics			
Influent TOC (mg/L)	105.3 ± 9.6	108.5 ± 7.6	103.3 ± 5.6
Influent TN (mg/L)	49.3 ± 0.8	50.1 ± 0.6	51.5 ± 0.7
Influent TP (mg/L)	6.9 ± 0.8	6.6 ± 0.5	6.4 ± 0.3
Influent salinity (‰)	35.2	35.2	35.2
Effluent characteristics			
Effluent TOC (mg/L)	5.24 ± 1.7	3.53 ± 1.8	2.57 ± 1.1
Effluent NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0.75 ± 0.3	6.81 ± 1.5	0.65 ± 0.5
Effluent NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	3.0 ± 0.6	7.7 ± 1.4	1.24 ± 0.3
Effluent NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	12.8 ± 2.1	1.7 ± 0.4	0.91 ± 0.1
Effluent TN (mg/L)	16.55 ± 0.5	16.21 ± 0.8	2.8 ± 0.2
Effluent TP (mg/L)	4.7 ± 0.4	3.93 ± 0.6	3.71 ± 0.4
Removal performance (%)			
TOC removal efficiency	95.02 ± 1.2	96.65 ± 1.3	97.56 ± 0.9
TN removal efficiency	69.8 ± 1.2	71.4 ± 0.6	94.3 ± 0.9
TP removal efficiency	31.2 ± 0.2	40.2 ± 0.6	42.1 ± 0.4
Filtration performance			
Filtration cycle length (d)	10	23	44
Fouling rate (10 ¹² m ⁻¹ day ⁻¹)	4.01	1.48	0.55

载体的使用可以通过改变混合液中EPS和SMP的组成来降低MBR的结垢潜力 (Duan *et al.*, 2013)



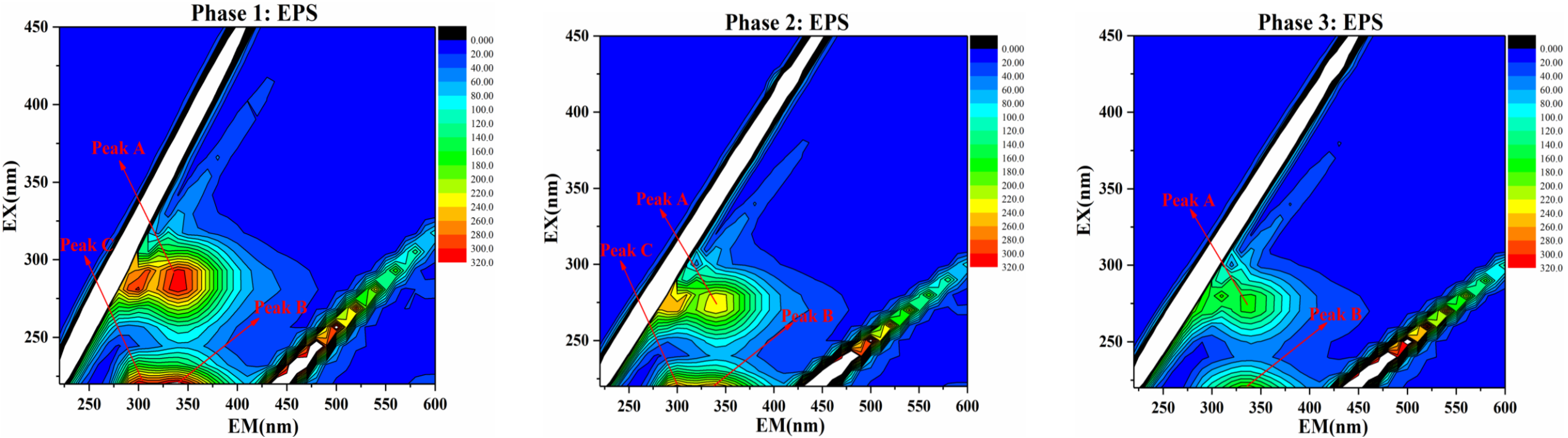
硝化活性测试

在高盐胁迫下，海绵生物载体能够提高SMBR中的硝化效率。



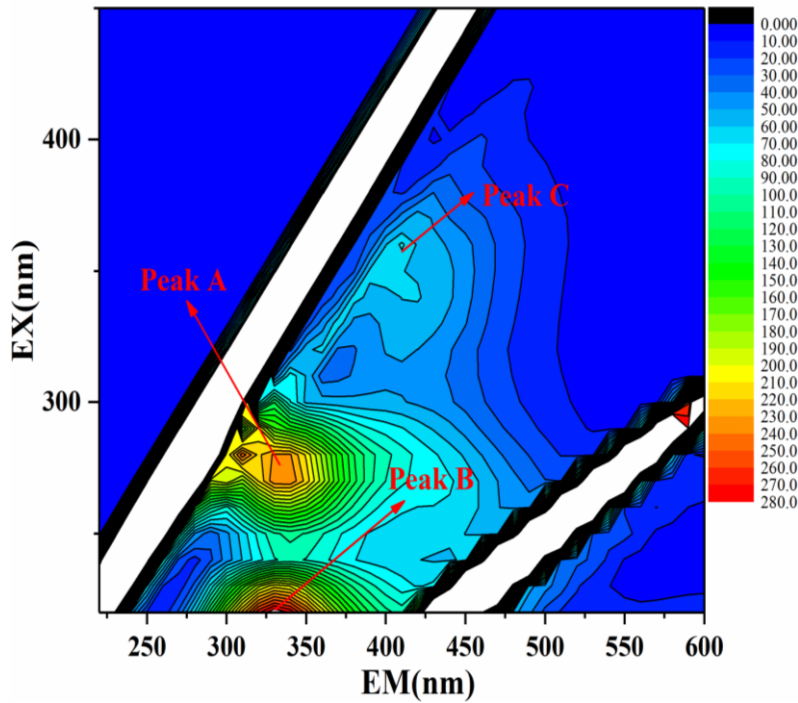
反硝化活性测试

与硝酸盐还原剂相比，亚硝酸盐还原剂对盐胁迫的抵抗力更高。

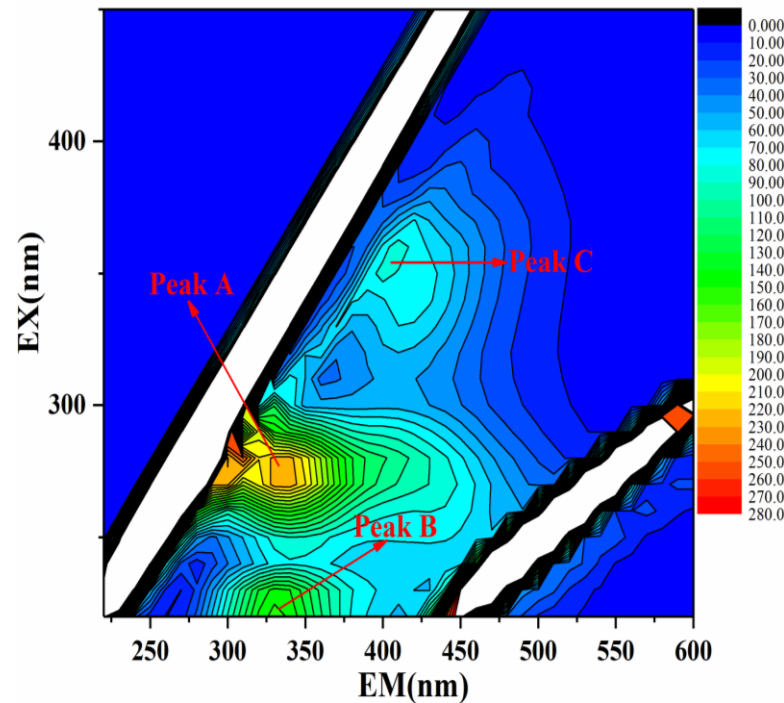


载体的应用通过减少蛋白质组分显著改变了EPS特性。

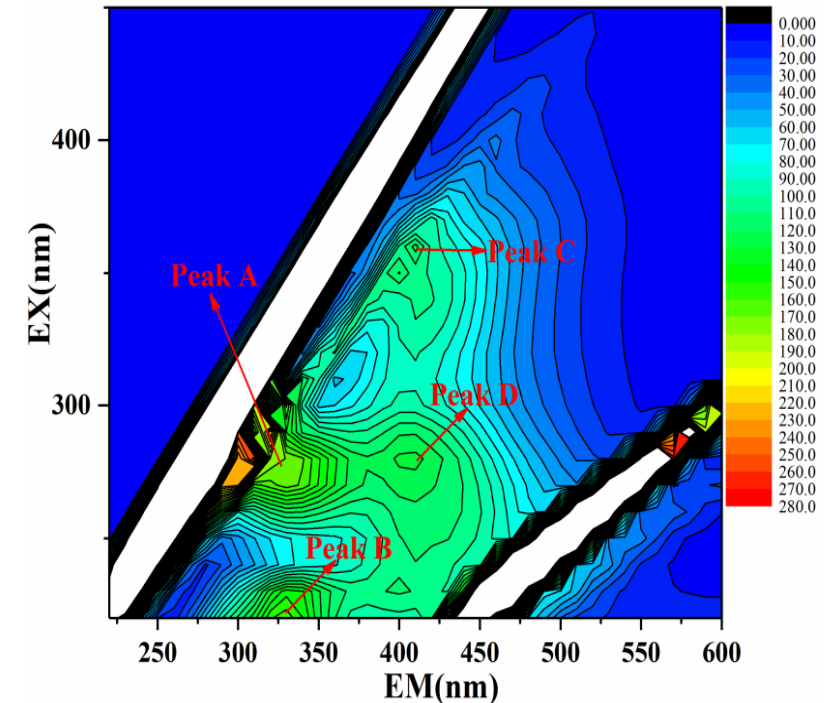
Phase 1: SMP



Phase 2: SMP

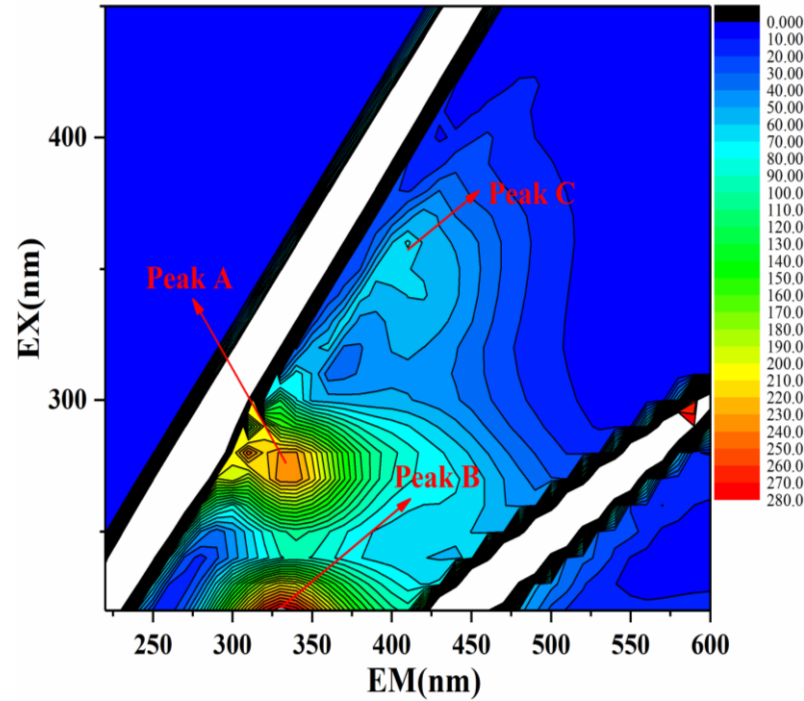


Phase 3: SMP

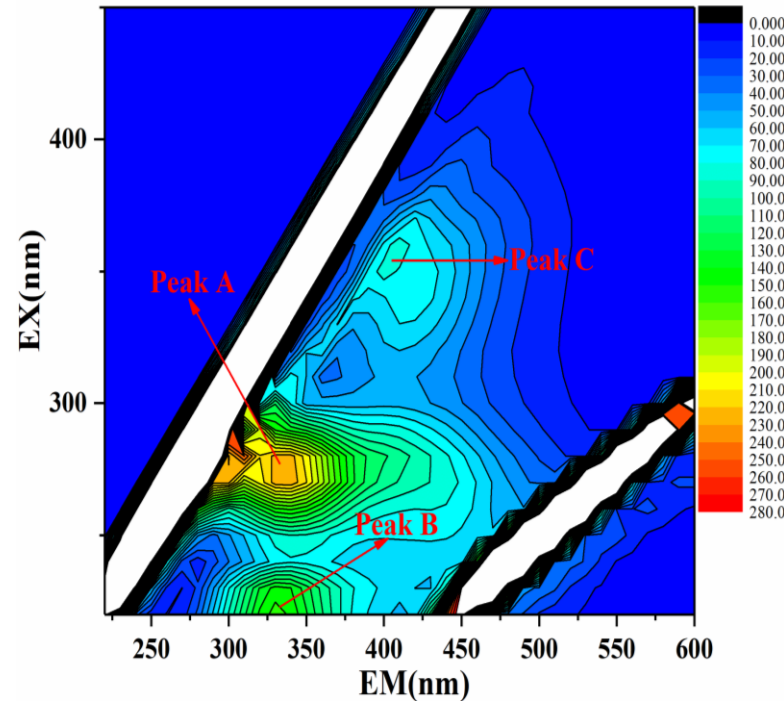


两种类型的载体都能够修饰SMP特性，有趣的是通过类似的方式减少了蛋白样成分（主要是芳香蛋白），同时增加了腐殖酸和黄腐酸样成分。

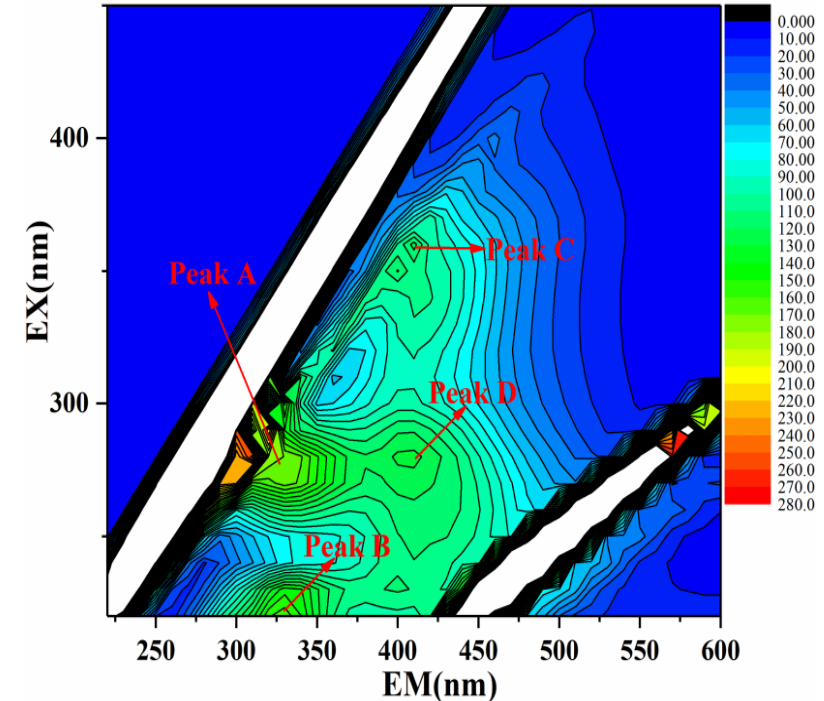
Phase 1: SMP



Phase 2: SMP



Phase 3: SMP



Parlanti等 表明藻类降解过程中蛋白质样物质的减少伴随腐殖质样物质的增加 (Parlanti *et al.*, 2000), 大分子有机物的分解也可能产生腐殖酸样物质, 即蛋白质和 多糖 (Qu *et al.*, 2012)。

小结

由于生物载体具有优异的吸附能力，随后被吸附的物质发生生物降解，因此生物载体可能诱导了EPS和SMP中蛋白质样成分的降解。因此，高膜亲和性蛋白样物质将被减少，从而提供减轻膜污染的模式。从理论上讲，可以合理地假设微生物群落动态是最有可能改变EPS和SMP特性的因素。

Table 2

Richness and diversity indexes based on OTU_{0.03} level.

Sample	Sequence	OTU	Shannon index	ACE index	Chao 1 index	Coverage	Simpson index
M1	38176	1088	4.510258	1321.88086	1299.1934	0.994258	0.028009
M2	48240	1087	3.799506	1436.99908	1311.2244	0.991146	0.098625
M3	34703	1185	5.013984	1452.7737	1394.9254	0.991615	0.024202
A1	34316	1325	4.567544	1730.57517	1681.125	0.99814	0.048269
A2	52617	1518	5.029146	1856.18738	1759.1818	0.992797	0.023519
A3	43588	1612	5.226737	1931.52216	1837.0313	0.991282	0.017604

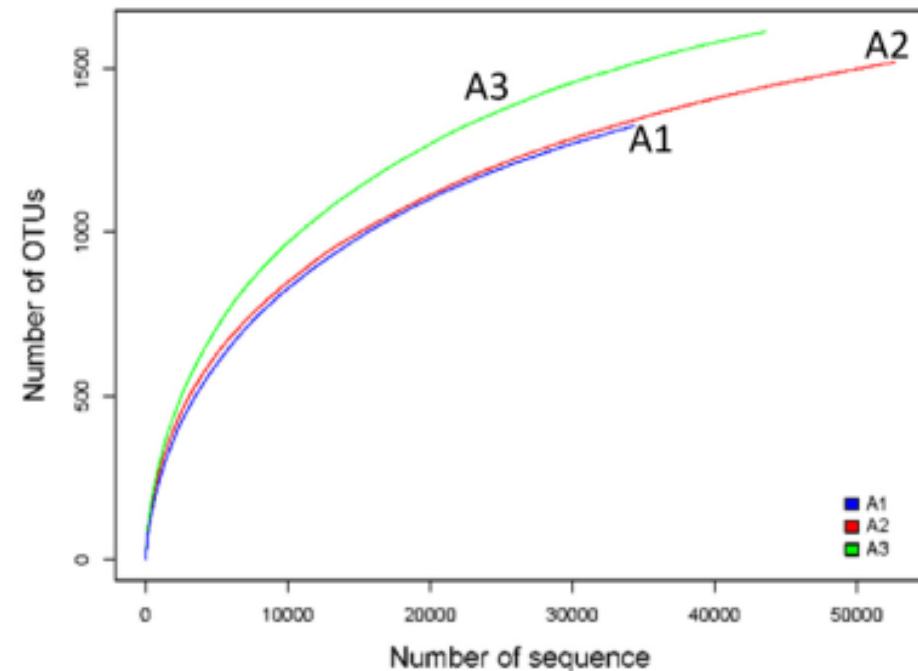
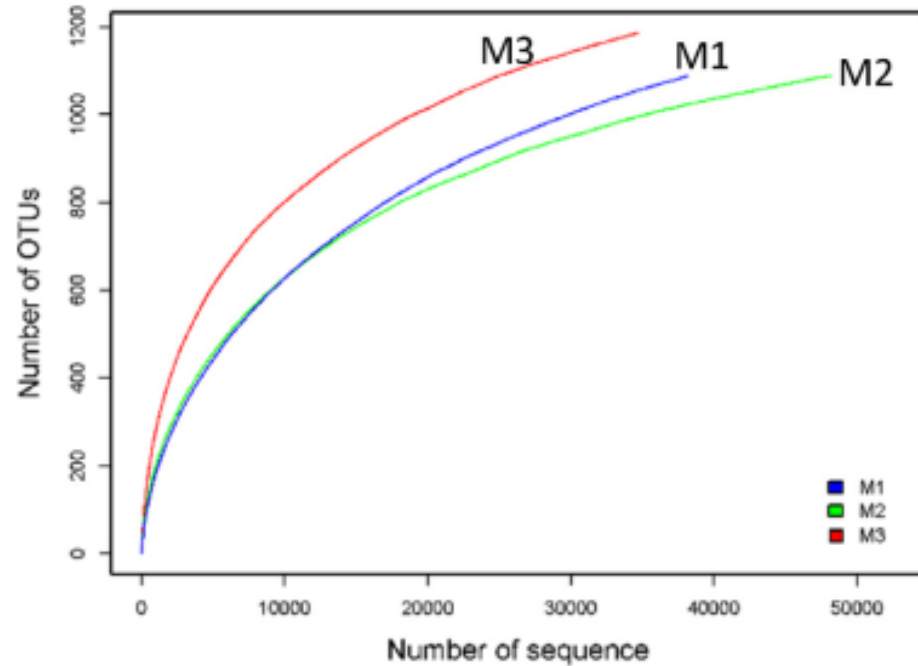
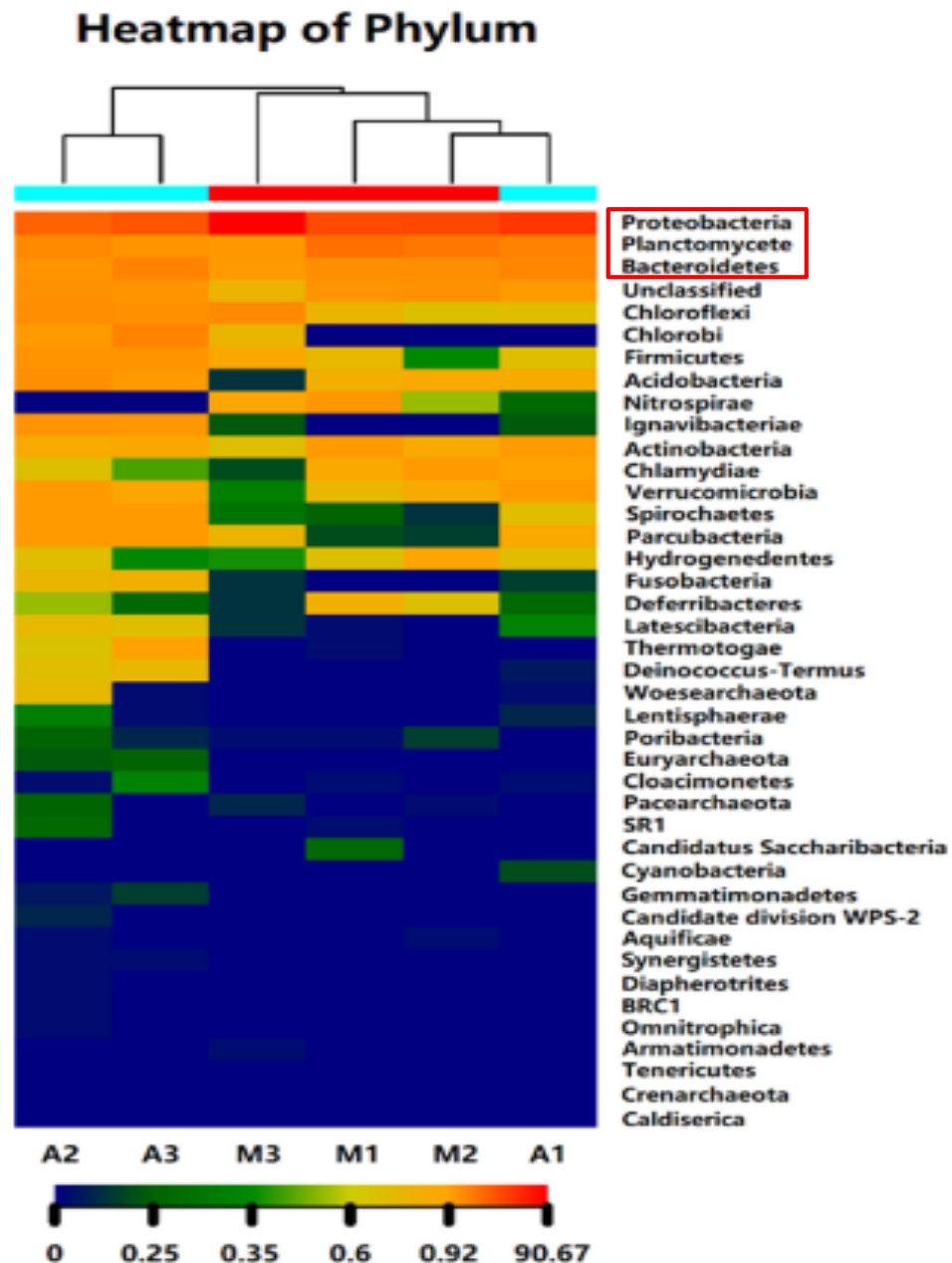


Table 2

Richness and diversity indexes based on OTU_{0.03} level.

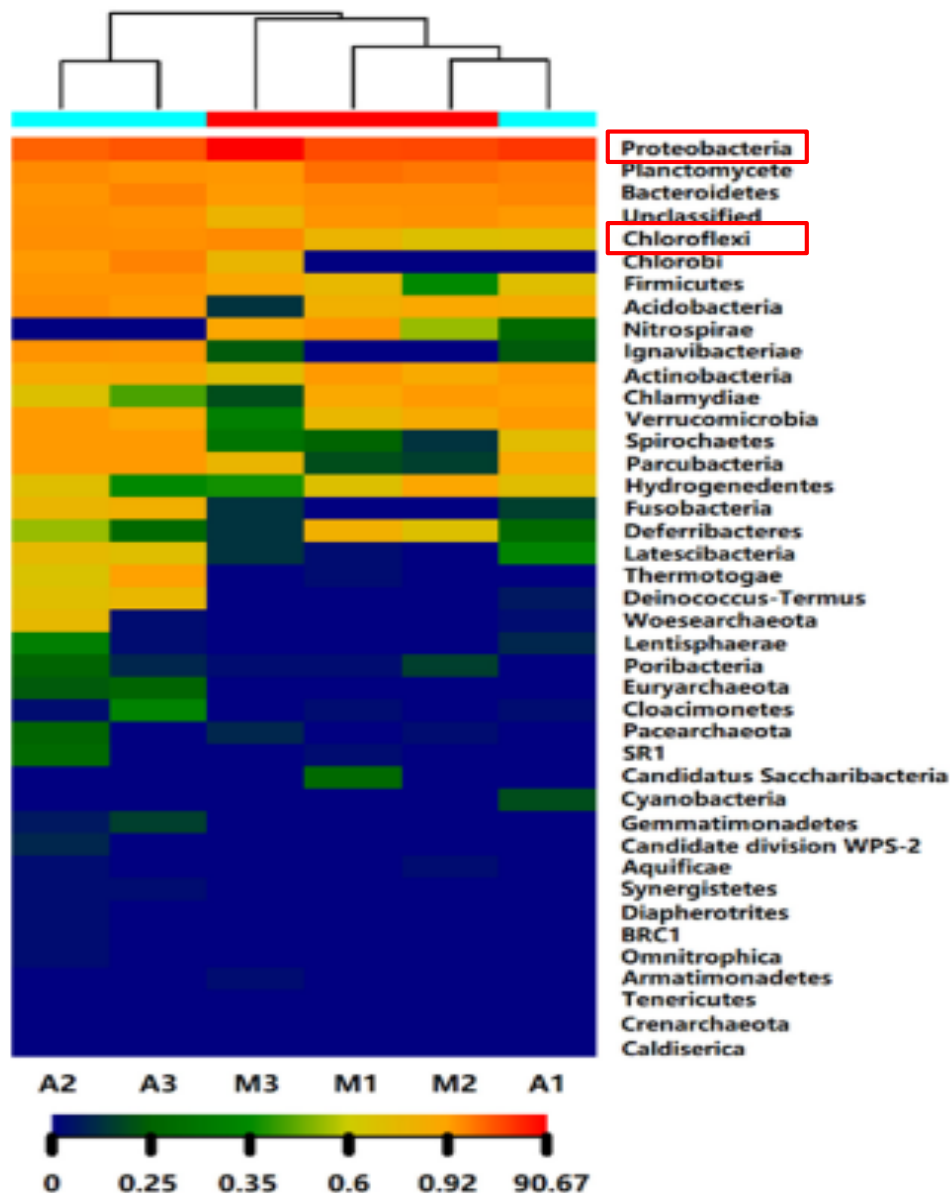
Sample	Sequence	OTU	Shannon index	ACE index	Chao 1 index	Coverage	Simpson index
M1	38176	1088	4.510258	1321.88086	1299.1934	0.994258	0.028009
M2	48240	1087	3.799506	1436.99908	1311.2244	0.991146	0.098625
M3	34703	1185	5.013984	1452.7737	1394.9254	0.991615	0.024202
A1	34316	1325	4.567544	1730.57517	1681.125	0.99814	0.048269
A2	52617	1518	5.029146	1856.18738	1759.1818	0.992797	0.023519
A3	43588	1612	5.226737	1931.52216	1837.0313	0.991282	0.017604

在高盐度条件下，海绵和纤维束载体分别增加了SMBR和FAF反应器的微生物多样性和丰富度。



之前的研究普遍认为，在各种生物废水处理系统中，变形菌门（*Proteobacteria*）和拟杆菌门（*Bacteroidetes*）是最主要的菌种，与有机物和营养物的去除有关。而浮霉菌门（*Planctomycetes*）广泛分布在污水或其他废水处理系统中。

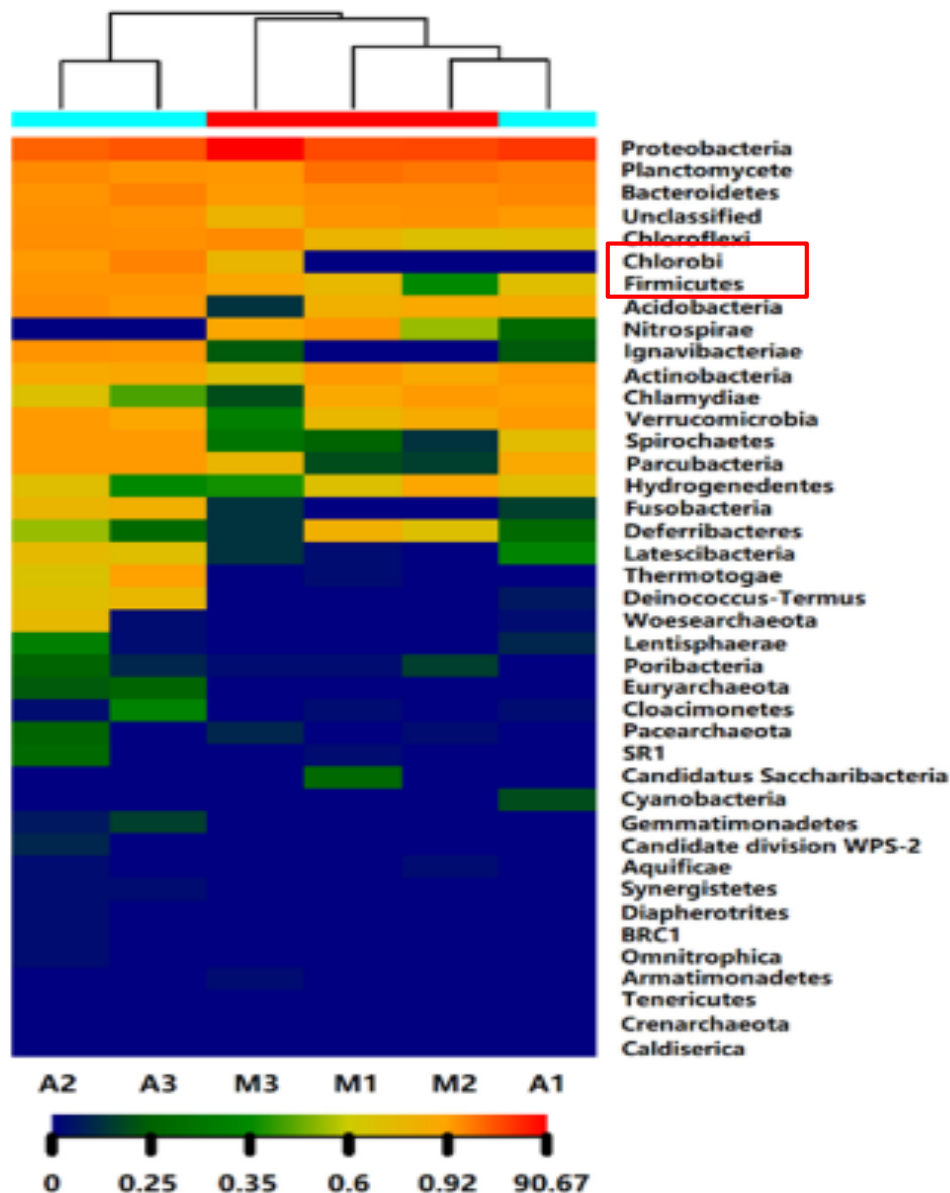
Heatmap of Phylum



据报道, *Proteobacteria*可能将SMP从大分子分解为小分子, 从而减轻了混合MBR系统中的膜污染 (Liu *et al.*, 2018b) ; *Chloroflexi*导致可溶性微生物产物和其他复杂底物的降解 (Tang *et al.*, 2017) 。

海绵状载体促进了具有高生物降解能力的细菌的富集, 其中以*Proteobacteria*和*Chloroflexi*为代表, 这些细菌在混合系统中引起了SMP的分解。

Heatmap of Phylum

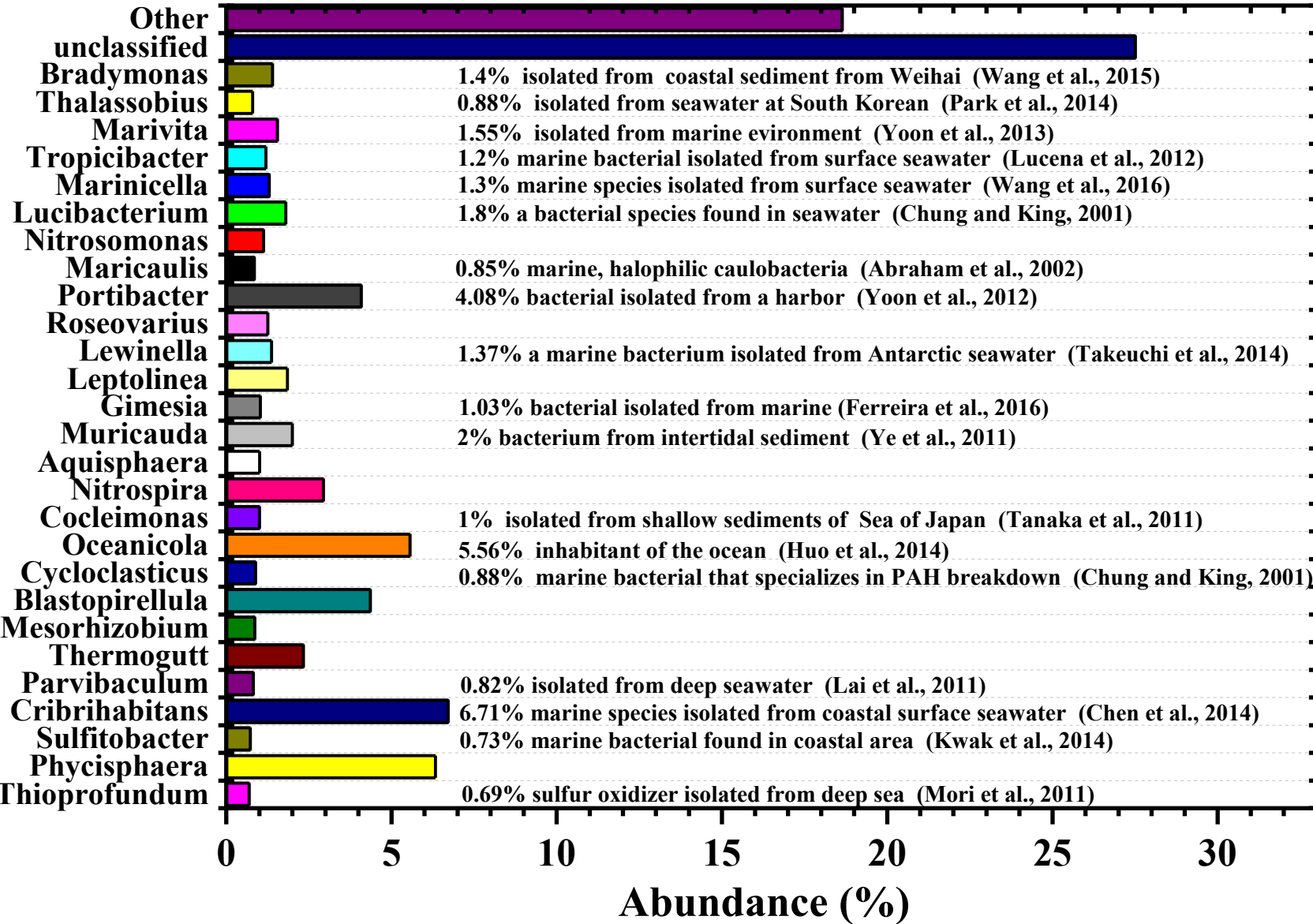


小结

这些结果暗示，具有高度多孔性的内部结构的海绵载体在需氧SMBR中产生了更稳定和多样化的微环境，这丰富并增加了功能微生物种类，从而促进了混合系统的微生物多样性和生物降解性。

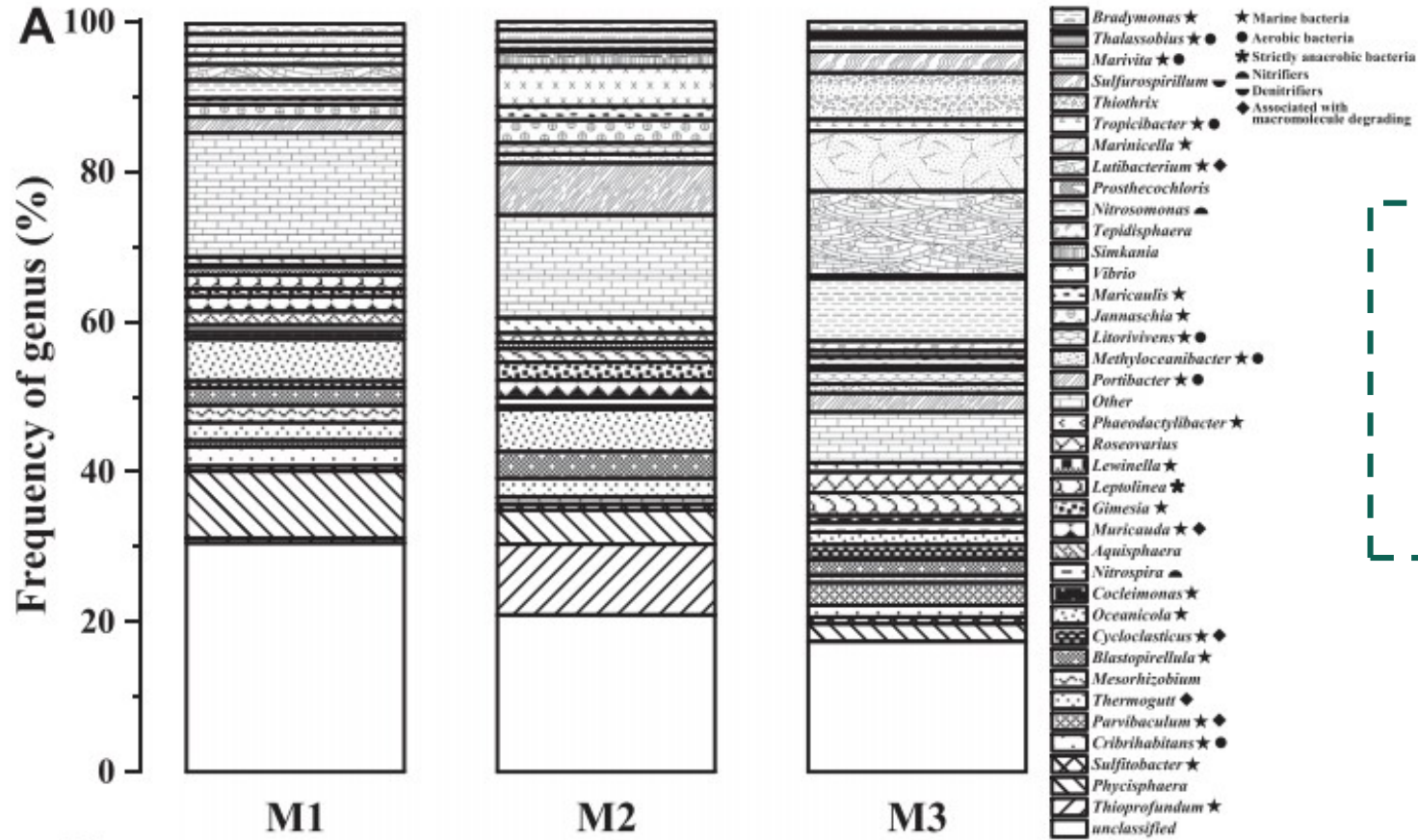
3

FAF-SMBR开发过程中微生物群落的演变 海水活性污泥微生物群落组成



这种丰富的群落结构支持了混合系统中有效而稳定的有机物去除活动，为开发高盐条件下的氮去除能力奠定了基础。

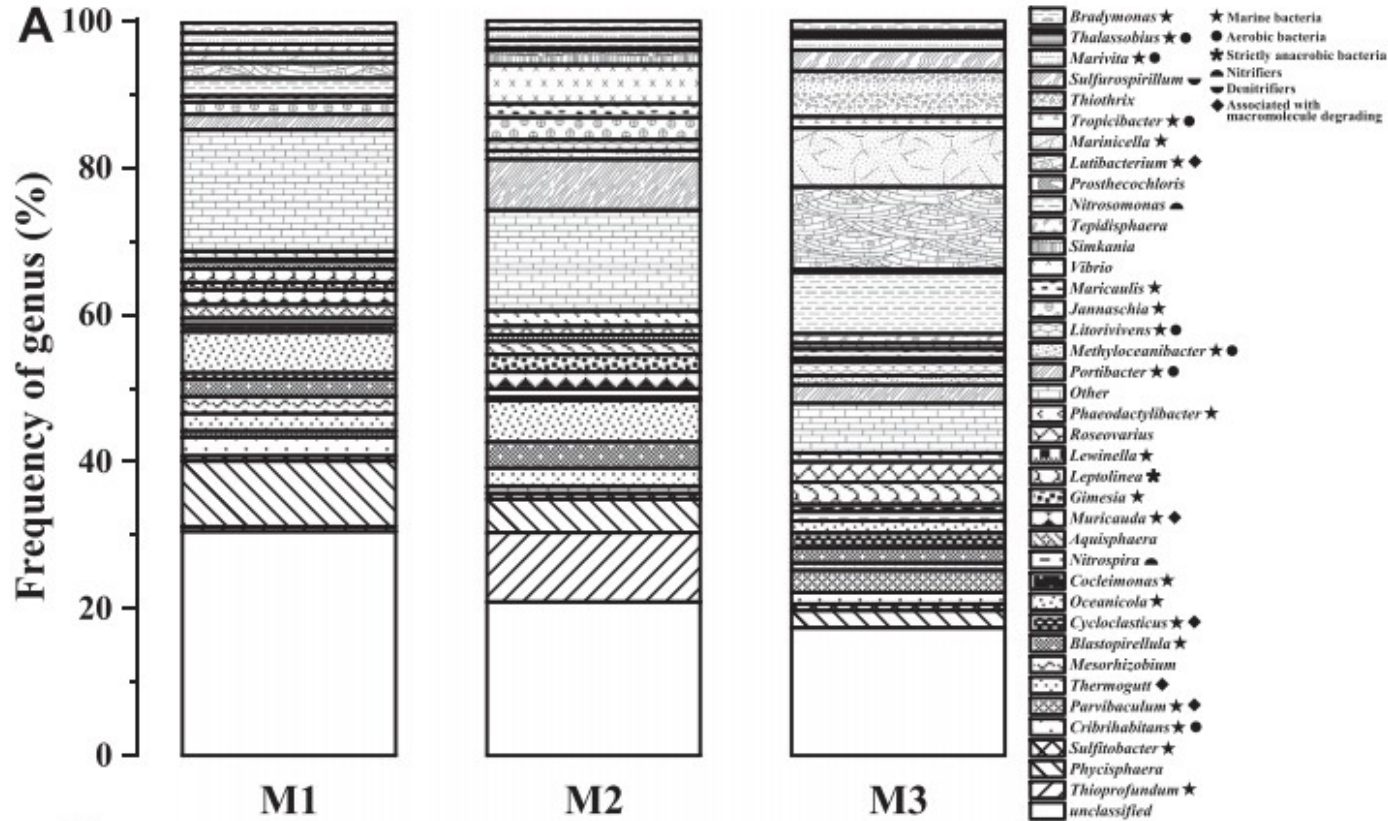
FAF-SMBR开发过程中微生物群落的演变 SMBR反应器属水平变化



在第1阶段，SMBR反应器 (M1) 的两个主要属是 *Phycisphaera* (8.88%) 和 *Oceanicola* (5.56%)。

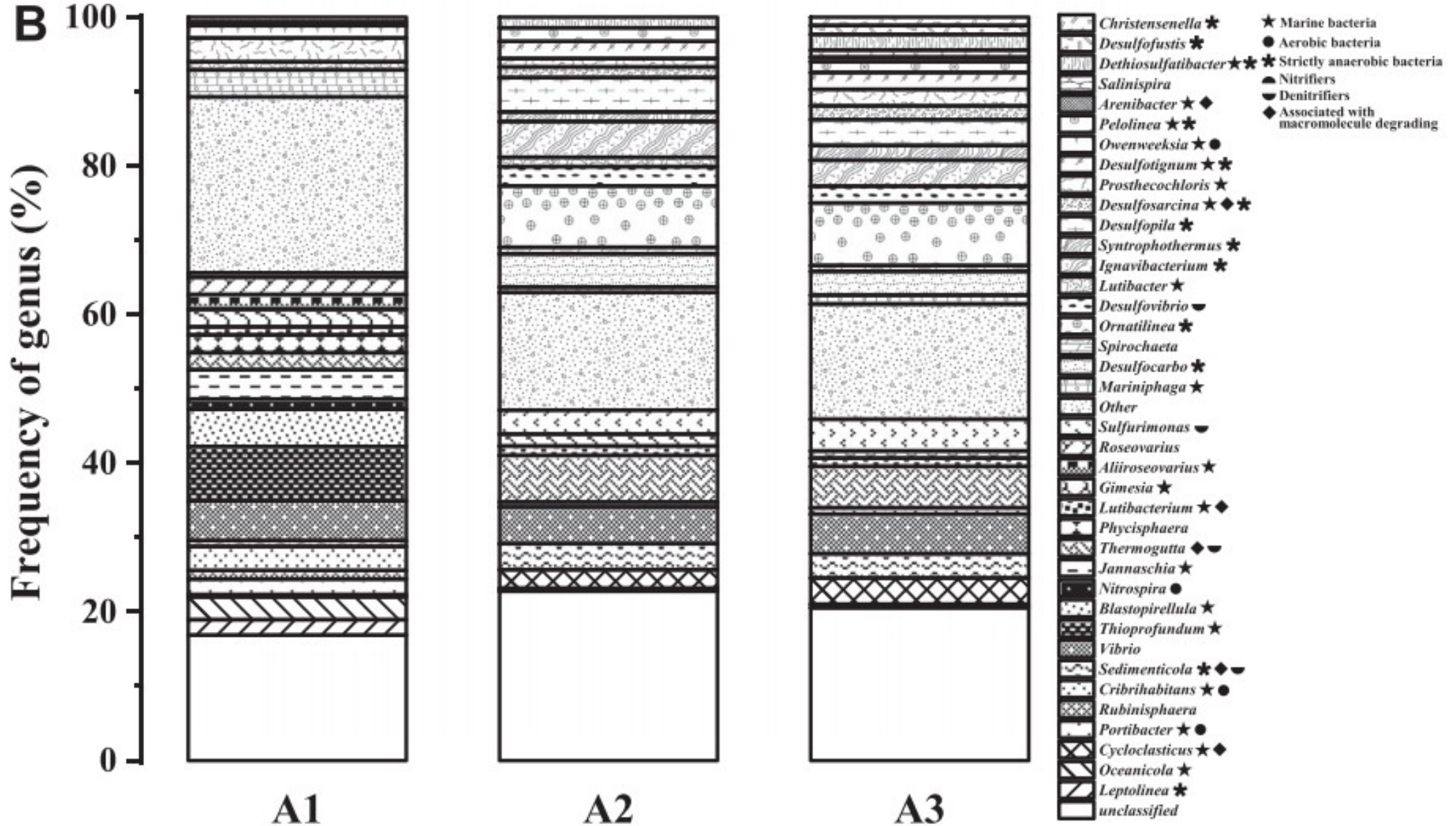
这些细菌种类的富集确保了高盐条件下杂交系统的高有机物去除性能。

FAF-SMBR开发过程中微生物群落的演变 SMBR反应器属水平变化

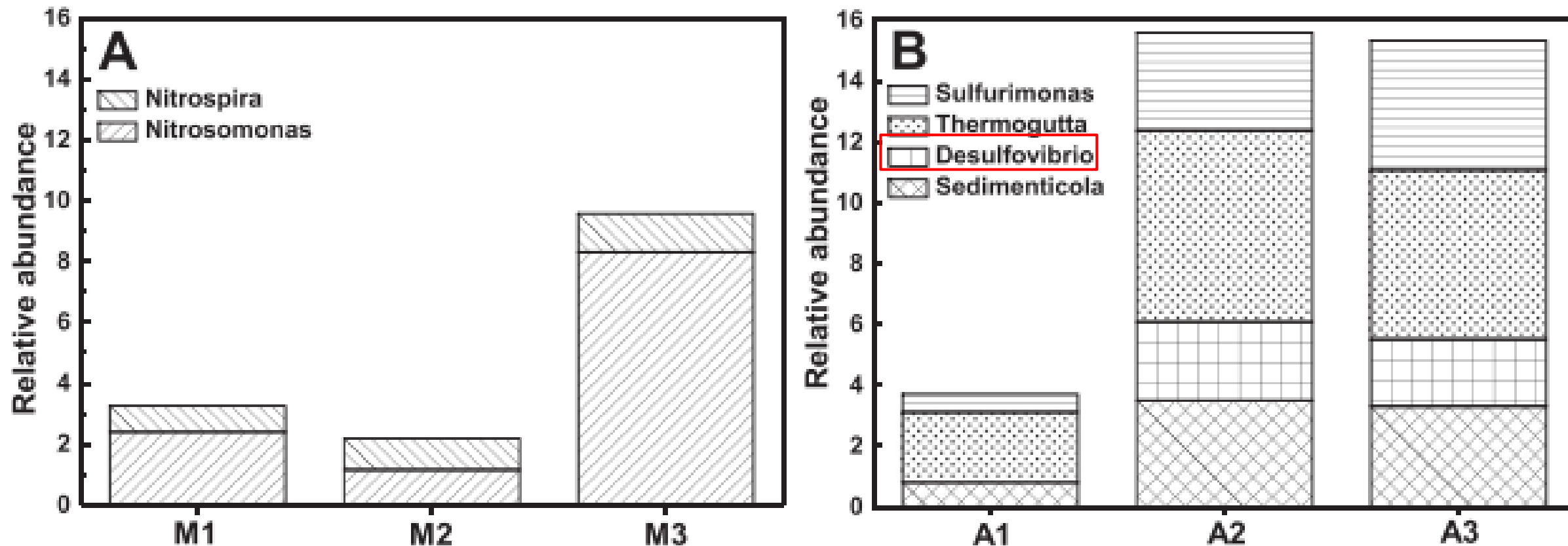


在第3阶段，对环境敏感的反硝化细菌 *Nitrosomonas* 和严格需氧的 *Marinicella* 成为M3的主要群体。同时，尽管丰度相对较低，但仍检测到厌氧反硝化细菌 *Sulfurospirillum*。

这些发现表明，在海绵生物载体上建立了有利于环境敏感细菌的稳定多样的微生物境。



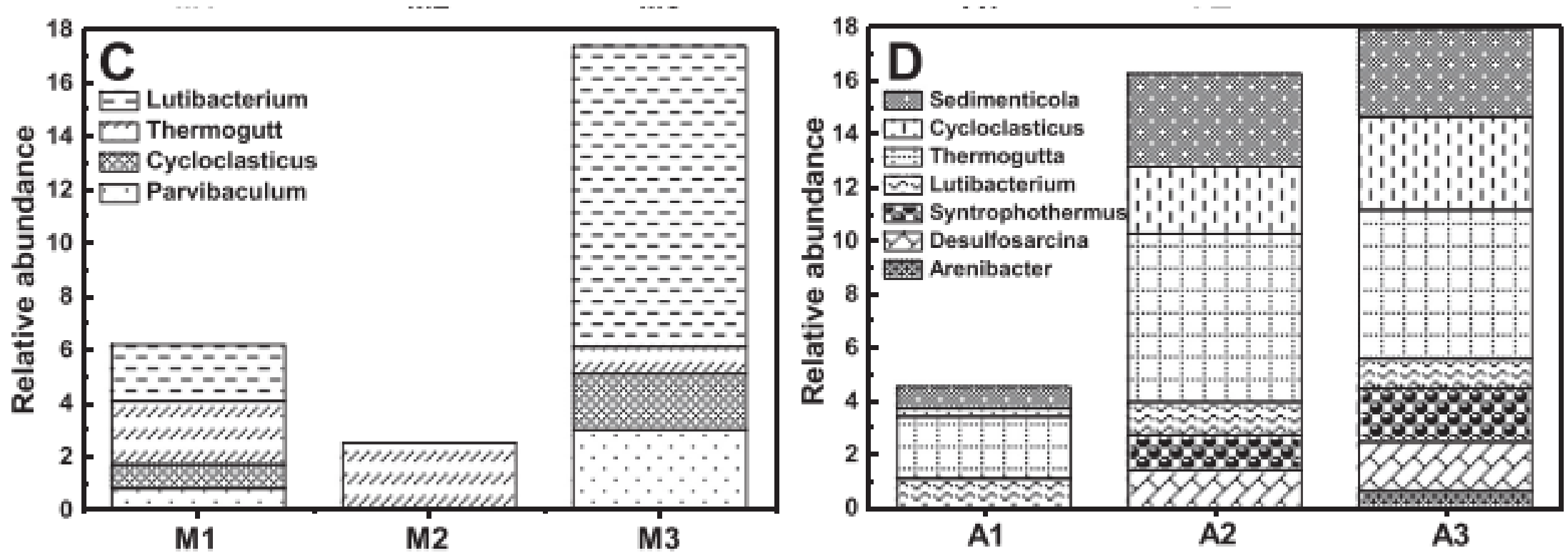
与除氮和减轻膜污染有关的微生物



SMBR 和FAF反应器中硝化细菌和反硝化细菌的总体变化

FAF-SMBR开发过程中微生物群落的演变

与除氮和减轻膜污染有关的微生物



SMBR和FAF反应器中与大分子降解有关的细菌的种群组成



Conclusion

4

Conclusion

高通量测序结果表明，海水中活性污泥以丰富的海洋细菌为主导，为高盐度条件下FAF-SMBR的高效处理奠定了基础。

生物载体在高盐度压力下重建了解解污泥的聚合物结构，从而促进了对环境敏感的硝化细菌和反硝化细菌的富集，TN去除效率从63.2%提高到93.2%。

生物载体中存在大量生物大分子降解微生物，可以缓解EPS和SMP降解造成的膜污染。

A decorative graphic consisting of several horizontal, overlapping brushstrokes in a vibrant green color, creating a textured, painterly effect.

2019

请各位老师同学
批评指正！