



# 凡纳滨对虾小型温棚模式养殖水体微生物群落的研究

方圆、黎慧\*、王李宝、史文军、杨泽禹、姜琦、杨家新、万夕和\*  
(江苏省海洋水产研究所, 南通 226007; 南京师范大学海洋科学与工程学院, 南京 210023)

## 背景

凡纳滨对虾小型温棚养殖模式(小棚模式)占地小、养殖风险低、投资回报率高, 每年可养2~3茬, 能反季节养殖与保温延后上市; 放养密度30,000~60,000尾/棚, 单棚产量达到700~1500千克, 平均每棚每季效益可达万元, 因此, 小棚模式成为近年来华东养殖区域的热点。目前关于小棚模式的报道主要集中在其水质研究和养殖管理技术的探讨, 本研究利用16S rRNA高通量测序技术, 对小棚模式养殖水体微生物群落的组成和潜在功能进行研究, 并比较了完整养殖周期内养殖水体微生物的变化, 旨在阐明小棚模式养殖水体微生物群落的特点, 探究该模式高产高效的原因, 为该模式养殖池塘水质管理和科学生产提供理论依据。

## 实验设计

在江苏如东一个凡纳滨对虾养殖基地进行采样, 自放苗第二天起, 每隔8-9天采集水样, 测定水质指标并收集水体微生物备用; 养殖结束后, 根据水质结果和养殖时间, 筛选出四组样品分别代表小棚养殖的前期(GC1)、中期(GC2)、后期(GC3)和末期(GC4)样品, 进行高通量测序, 并进行生物信息分析。

## 结果

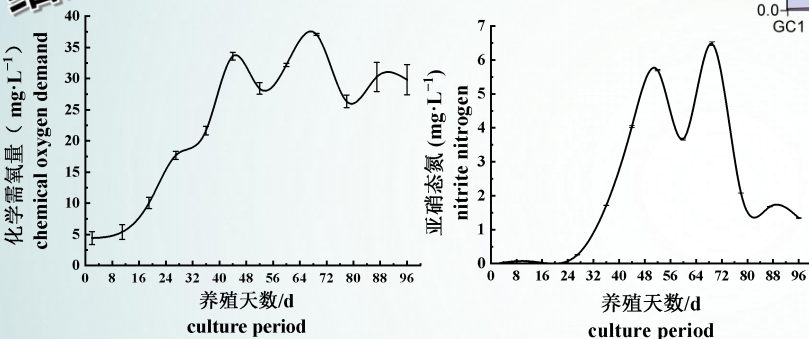


图1 小棚养殖水体 COD、亚硝态氮变化情况  
Fig.1 Changes of the COD and NO<sub>2</sub>-N in water of the small greenhouse

表1 小棚养殖水体微生物群落 Alpha 多样性指数表

Tab. 1  $\alpha$ -diversity indices of the microbial community in water of the small greenhouse

组别 Group	香农指数 Shannon	辛普森指数 Simpson	赵氏指数 Chao	艾斯指数 Ace
GC1	5.989	0.886	1685.667	1685.667
GC2	6.552	0.911	1368.000	1368.000
GC3	9.005	0.990	2728.333	2728.333
GC4	7.667	0.942	2065.333	2065.333

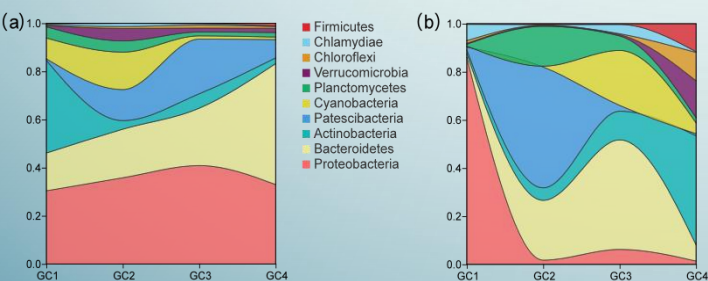


图2 小棚养殖水体中微生物群落主要微生物物种组成  
Fig. 2 Relative abundances of the major microbial community in water of the small greenhouse

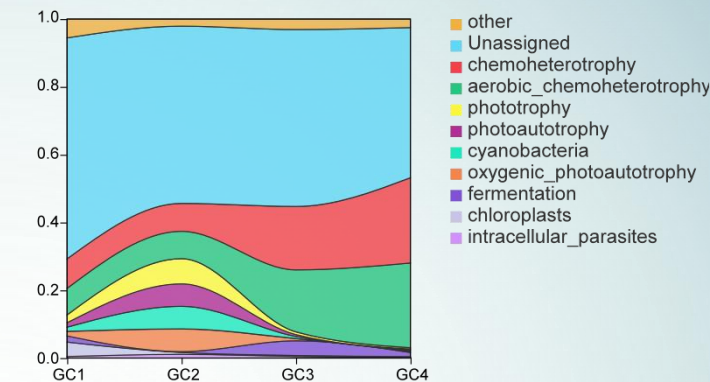


图3 小棚养殖水体中微生物群落功能预测  
Fig. 3 Function analysis of the microbial community in water of the small greenhouse

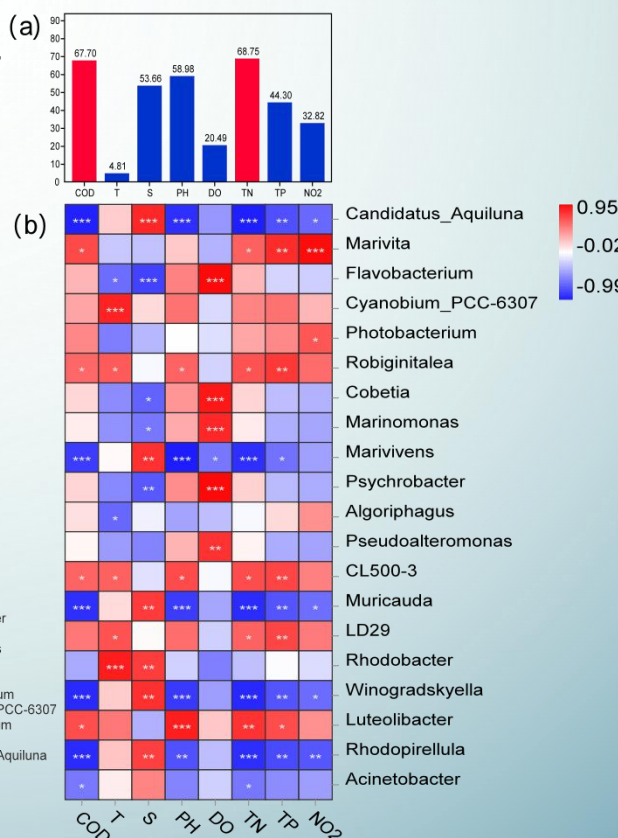


图4 小棚养殖水体中各环境因子的环境贡献度和 Pearson 分析  
Fig. 4 Environmental contribution and Pearson analysis of environmental factors in water of the small greenhouse

## 结论

池塘水体中细菌群落多样性和丰富度随着养殖进程先升高后下降, GC3达到顶峰; 优势菌除变形菌、拟杆菌、放线菌等常见菌种外, 在养殖后期, 黄杆菌属、海命菌属、冷杆菌属等微生物大量参与氮循环、促进有机物降解, 并提高了虾的免疫力和抗病性, 保证了小棚虾健康生长和水环境稳定。总之, 在高密度、高氨氮的养殖条件下, 小棚模式依然保持高产量, 养殖水体微生物在其中发挥了重要作用。