



# 稻-鲤(*Cyprinus carpio*)共作模式下养殖密度对鲤肝脏功能以及抗氧化状态的影响



马贝宁<sup>1</sup>,贾睿<sup>1,2</sup>,侯谄然<sup>1,2</sup>,李冰<sup>1,2\*</sup>,朱健<sup>1,2\*</sup>

1. 南京农业大学, 无锡渔业学院, 江苏无锡 214081;

2. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 农业农村部稻渔综合种养生态重点实验室, 江苏无锡 214081

## 研究背景

养殖密度是影响水产养殖产量的重要因素, 在实际生产中, 它能够直接影响鱼类摄食和正常生长发育, 进而影响到鲤的生长性能和生理生化特性。同时, 放养密度过高会引起养殖动物的应激。本研究通过设置不同的养殖密度, 探究稻渔综合种养模式中养殖密度对鲤(*Cyprinus carpio*)肝脏的抗氧化状态和功能的影响。

## 实验设计

本研究在稻田中进行, 以初始均重为105.83g/尾的鲤为研究对象, 设置为低密度组(LD,10尾, 52.9g/m<sup>2</sup>)、中密度组(MD,20尾, 105.8g/m<sup>2</sup>)、高密度组(HD,30尾, 158.7g/m<sup>2</sup>)三个养殖密度进行饲养, 养殖周期为90d。

## 研究结果

### 1 抗氧化状态

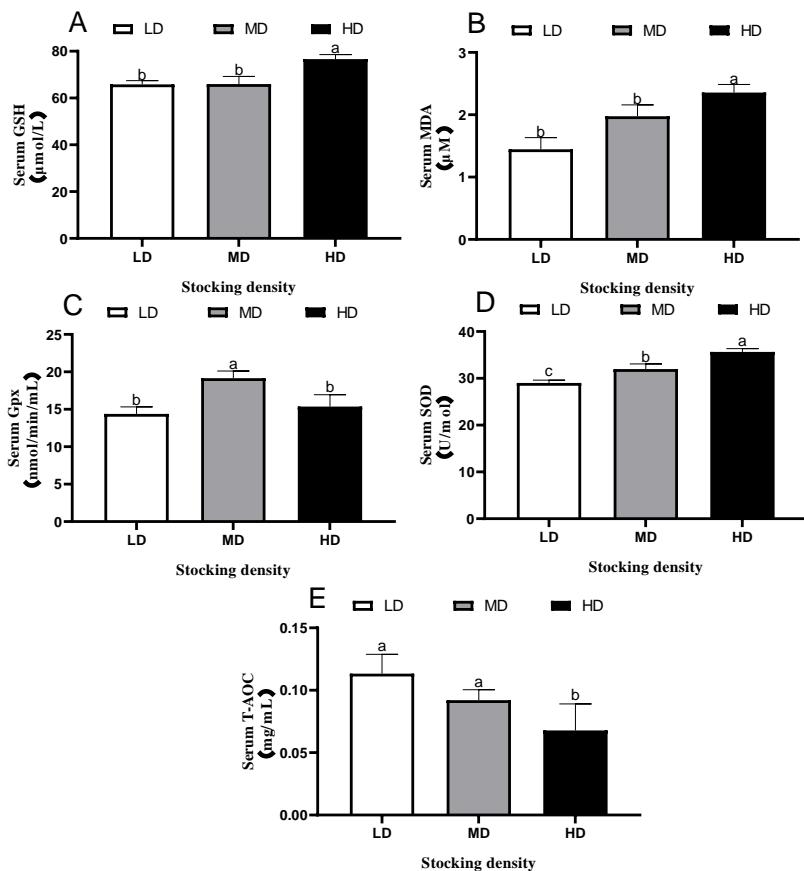


图1 不同养殖密度中鲤肝脏抗氧化状态的变化

结果发现, 随着养殖密度增加, 鲤肝脏中还原性谷胱甘肽(GSH)、丙二醛(MDA)和超氧化物歧化酶(SOD)水平逐渐升高; 总抗氧化能力(T-AOC)逐渐降低; 谷胱甘肽过氧化物酶(Gpx)先升高后降低。

### 2 差异分析

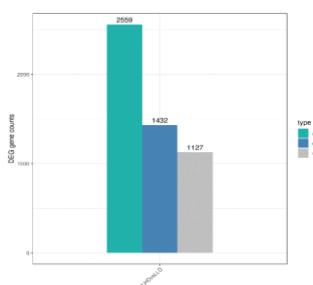


图2 差异基因数目统计柱状图

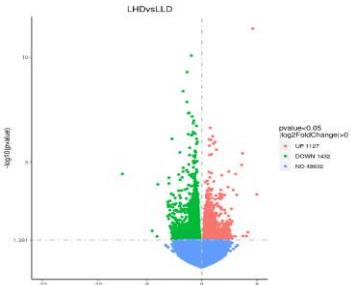


图3 差异基因火山图

转录组分析显示, 与LD组相比, HD组的鲤肝脏中有2559个差异基因, 其中1127个基因上调, 1423个基因下调。

### 3 GO富集分析

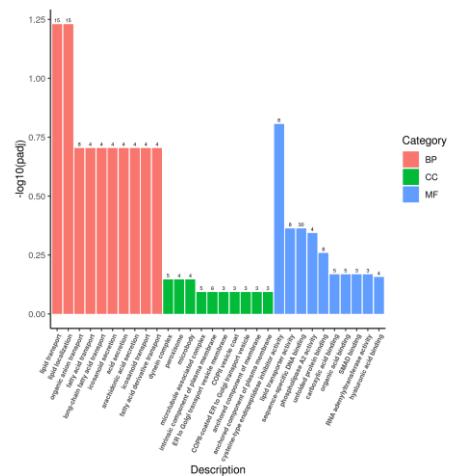


图4 GO富集分析柱状图

GO富集分析显示, 在生物过程(BP)方面, 差异基因与脂质转运、脂质定位、有机阴离子传输、脂肪酸转运、长链脂肪酸转运相关。在细胞组成(CC)方面, 差异基因与力蛋白复合体、过氧化物酶体、微体相关。在分子功能(MF)方面, 差异基因主要富含于半胱氨酸型内肽酶抑制剂活性、脂质转运蛋白活性、序列特异性DNA结合、磷脂酶A2活性中。

### 4 KEGG富集分析

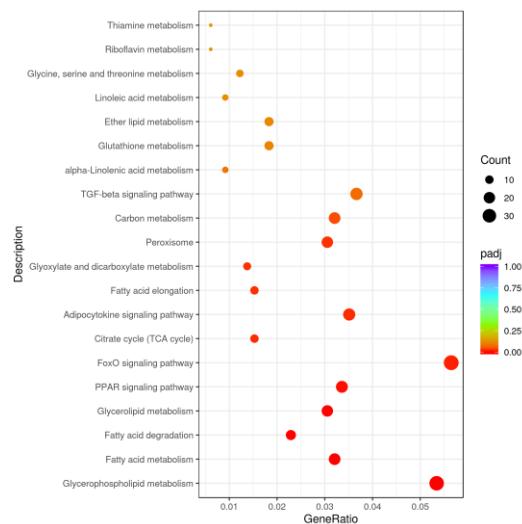


图7 KEGG富集散点图

KEGG富集分析显示, 差异基因所在的通路主要与代谢功能有关, 如甘油磷脂代谢、脂肪酸代谢、脂肪酸降解、甘油酯代谢、三羧酸循环、脂肪酸延长、乙醛酸和二羧酸代谢以及碳代谢。还有一些差异基因所在的通路与细胞信号传导和细胞因子合成有关, 如脂肪细胞因子信号通路、过氧化物酶体增殖物激活受体信号通路、FoxO信号通路。

## 结论

综上所述, 养殖密度可以影响鲤(*Cyprinus carpio*)肝脏的抗氧化状态和功能, 高养殖密度导致了鲤氧化应激和能量代谢的失调, 这可能是鲤对不利环境胁迫的适应性反应。

基金项目: 国家大宗淡水鱼产业技术体系养殖新模式(CARS-45), 中国水产科学研究院“渔农综合种养创新团队”(2023TD64)