



零鱼油条件下不同投喂策略对大菱鲆幼鱼生长性能、体组成及肠道部分生化指标的影响

Effects of different feeding strategies without fish oil on growth, body composition and biochemical indices in intestinal tract of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*)

王成强, 李宝山, 黄炳山, 宋志东, 李培玉, 郝甜甜, 王晓艳, 张健

山东省海洋资源与环境研究院, 山东省海洋生态修复重点实验室, 山东 烟台 264006

研究背景 Introduction

微藻作为海洋食物链的初级生产者，因其自身含有丰富脂类营养，特别是富含 n-3 LC-PUFA，在当前鱼油替代资源的开发中备受关注。以往的研究中主要是用微藻粉替代一定比例鱼油后，探究鱼体生长、免疫等效果。但是尚未见微藻替代下关于投喂策略的相关研究。

本实验以大菱鲆幼鱼(40.21±0.15)g 为研究对象，探究微藻基础上 100%替代鱼油后，不同投喂策略对幼鱼生长、体组成、肠道消化水平及抗氧化能力的影响，旨在初步阐述投喂策略对微藻替代全部鱼油的可行性。

材料和方法 Materials & Methods

通过在基础饲料(F1)中，添加 5.00%裂壶藻、6.00%拟微绿球藻和 4.00%豆油替代全部鱼油，制成等氮等脂的实验饲料(分为 M1、M0)，其中 F1 组为正对照组，M1 组为实验组，M0 组为负对照组。

实验周期为 80 d，分为 3 个阶段：第一阶段 15 d，三组分别投喂各自饲料；第二阶段 15 d，F1 和 M1 组均投喂 F1 组饲料，M0 组投喂不变；第三阶段 50 d，各组投喂各自饲料，每组设 3 个重复。

表 1 实验饲料主要原料配方（%干物质）

Tab. 1 Formulation of the experimental diets (% dry weight)

指标	组别 Groups		
Parameter	F1	M1	M0
鱼粉 Fish meal	35.00	35.00	35.00
大豆浓缩蛋白 Soybean protein isolated	20.00	15.15	15.15
小麦粉 Wheat meal	15.00	15.00	15.00
鱼油 Fish oil	6.00	0.00	0.00
豆油 Soybean oil	0.00	4.00	4.00
拟微绿球藻 <i>Nannochloropsis</i> sp.	0.00	6.00	6.00
裂壶藻 <i>Schizochytrium</i> sp.	0.00	5.00	5.00

结果 Results

▲ 生长性能

表 2 生长性能及饲料利用

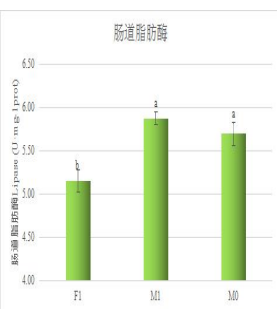
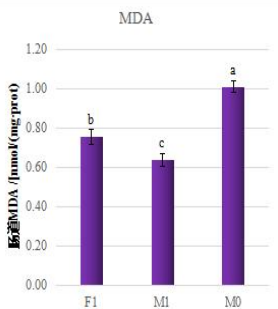
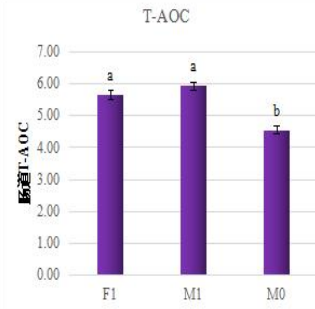
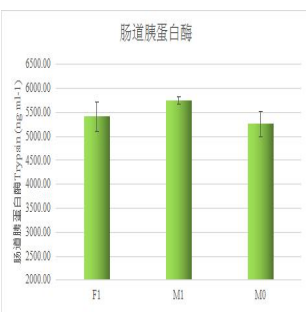
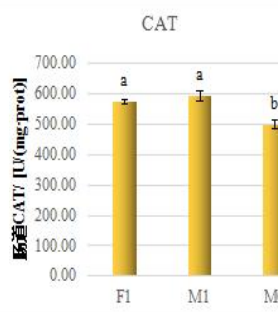
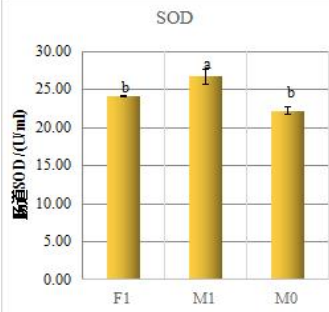
Tab. 2 Growth performance and feed utilization

指标	组别Groups		
Parameter	F1	M1	M0
第一阶段（15 d）			
特定生长率 SGR (%)	1.36±0.06	1.30±0.04	1.27±0.06
饲料系数FI	0.76±0.02	0.78±0.01	0.82±0.04
第二阶段(15 d)			
特定生长率 SGR (%)	1.55±0.02 ^b	1.65±0.03 ^a	1.42±0.03 ^c
饲料系数FI	0.82±0.02 ^{ab}	0.78±0.00 ^b	0.86±0.03 ^a
第三阶段(50 d)			
特定生长率 SGR (%)	1.28±0.01 ^a	1.30±0.01 ^a	1.20±0.02 ^b
饲料系数 FI	0.81±0.01 ^b	0.80±0.01 ^b	0.91±0.03 ^a

▲全鱼及肌肉常规成分组成

指标	组别 Groups		
Parameters	F1	M1	M0
全鱼			
水分 Moisture(%)	77.71±0.48	77.89±0.34	77.59±0.28
粗蛋白 Crude protein (%)	67.34±0.53	67.50±0.65	67.51±0.34
粗脂肪 Crude lipid (%)	10.12±0.49 ^a	9.92±0.41 ^a	8.39±0.18 ^b
灰分 Ash (%)	15.42±0.41	15.47±0.54	15.60±0.25
肌肉			
水分 Moisture(%)	78.76±0.08	78.40±0.32	78.68±0.08
粗蛋白 Crude protein (%)	90.68±0.12	90.58±0.15	90.81±0.30
粗脂肪 Crude lipid (%)	1.65±0.06 ^a	1.45±0.05 ^b	1.38±0.05 ^b
灰分 Ash (%)	5.85±0.05	5.83±0.04	5.77±0.02

▲肠道部分生化指标



▲饲料及肌肉主要脂肪酸组成

肌肉脂肪酸	组别 Groups		
Fatty acids composition	F1	M1	M0
C16:0	21.38±0.54	20.73±0.10	20.63±0.17
C18:0	5.30±0.31	5.65±0.21	5.78±0.10
C16:1n-7	2.34±0.16 ^a	1.00±0.05 ^b	1.14±0.06 ^b
C18:1n-9	10.56±0.24 ^a	9.46±0.14 ^b	9.38±0.14 ^b
ΣMUFA	18.50±0.37 ^a	13.59±0.16 ^b	13.72±0.14 ^b
C18:2n-6	8.92±0.18 ^b	16.49±0.25 ^a	15.95±0.16 ^a
C18:3n-6	1.14±0.08 ^a	0.82±0.03 ^b	0.86±0.03 ^b
Σn-6PUFA	12.04±0.20 ^b	18.93±0.21 ^a	18.50±0.17 ^a
C18:3n-3	0.67±0.03 ^b	1.03±0.04 ^a	0.97±0.05 ^a
EPA	7.51±0.09 ^a	2.96±0.04 ^b	3.04±0.08 ^b
DHA	22.28±0.13 ^b	24.18±0.24 ^a	23.87±0.18 ^a
Σn-3PUFA	31.24±0.04 ^a	28.85±0.26 ^b	28.57±0.29 ^b
ΣPUFA	43.28±0.16 ^b	47.78±0.11 ^a	47.07±0.35 ^a

饲料脂肪酸组成	组别 Groups		
fatty acids composition	F1	M1	M0
C16:0	19.95	18.43	18.52
C18:0	3.44	2.86	2.91
C16:1n-7	5.81	2.41	2.32
C18:1n-9	12.74	11.51	11.56
ΣMUFA ^b	27.58	18.22	18.11
C18:2n-6	11.00	28.48	28.53
C18:3n-6	1.95	1.55	1.55
Σn-6 PUFA ^c	13.69	30.75	30.81
C18:3n-3	1.47	3.44	3.42
EPA	8.56	3.52	3.50
DHA	8.50	10.70	10.75
Σn-3 PUFA ^d	19.23	18.26	18.27
ΣPUFA	32.92	49.01	49.08

结论 Conclusions

综上所述,在本实验条件下,以微藻为基础 100%替代鱼油后,采用 M1 组的投喂方式并不会对大菱鲆幼鱼的生长性能产生负面影响,同时可以提高肠道的消化性能和抗氧化能力。

▲ 联系方式:
第一作者: 王成强
Tel.: 17753564707
E-mail: chengqiangwang@126.com

山东省海洋资源与环境研究院