

两种养殖模式下8月龄异育银鲫称量性状和形态尺寸性状对体质量的影响差异分析

浙江海洋大学 水产学院
陈雨

前言：

异育银鲫 (*Carassius auratus*) 是通过人工授精进行异精雌核发育的杂交子代, 属三倍体鲫鱼, 隶属于辐鳍亚纲 (*Actinopterygii*)、鲤形目 (*Cypriniformes*)、鲤科 (*Cyprinidae*)、鲫属 (*Carassius*), 具有食性广、生长快、耐低氧、繁殖力高、抗逆和抗病力强、可常年养殖等特点, 是当前我国产量稳步持续增长的淡水养殖鱼类之一, 具有较好的养殖效益和广阔的消费市场。近年来, 国内外已有学者对其进行了研究报道, 主要集中于繁殖生物学, 肌肉营养成分分析, 基因序列和病害防控等方面, 但目前结合脏器和形态尺寸对异育银鲫体质量的影响鲜有报道。为对不同养殖模式对异育银鲫的影响效应进行综合分析, 本研究以生态套养 (M1) 和鲫鱼混养模式 (M2) 两种养殖模式下8月龄异育银鲫为研究对象, 结合不同养殖群体称量和形态性状对体质量的影响, 以及各性状指标之间的相关性, 并采用逐步回归分析方法建立生态套养和鲫鱼混养群体的称量性状和形态指标对体质量的多元回归方程, 以期从内在脏器和外在形态两个维度综合阐述异育银鲫在不同生存环境下的生理响应特性和生存对策, 为不同养殖群体的异育银鲫品质和生长状态评估提供参考以及为养殖模式的优化提供依据。

实验材料与方法：

样品来源

- 本研究异育银鲫测量群体于2020年12月购于慈溪市浒山华乔淡水鱼养殖场。养殖模式为M1生态套养和M2鲫鱼混养模式。其中M1模式下种植水草为天胡荽, 又名铜钱草, 天胡荽亚科, 该模式下养殖塘中搭养20%的鳊鱼, 规格为300尾/kg; M2养殖模式为鱼虾混养模式, 混养凡纳滨对虾苗与鳊鱼 (规格同上), 塘中不种植任何水草。

生物学指标测定

- 随机选取M1和M2模式的银鲫各70尾, 逐一编号并用纱布擦净体表水分后进行生物学指标测定。称量性状指标为体质量 (BW), 净体质量 (NW), 肠质量 (W1)、肝质量 (W2)、胃质量 (W3)、鳃质量 (W4)、心质量 (W5) 和鳔质量 (W6); 尺寸测量指标性状为全长 (X1)、体高 (X2)、体宽 (X3)、头长 (X4)、侧线长 (X5)、尾柄高 (X6)、腹鳍间距 (X7)、胸鳍间距 (X8)。

表1 银鲫尺寸性状测量指标及其定义

性状	代号	定义
全长	X1	自吻端至尾鳍最末端的最大水平距离
体高	X2	鱼体背腹间的最大垂直距离
体宽	X3	鱼体左右两侧的最大距离
头长	X4	吻端至鳃盖骨后缘的最大水平距离
侧线长	X5	侧线前后端的水平距离
尾柄高	X6	鱼体尾柄背腹间的最小垂直距离
腹鳍间距	X7	左右腹鳍内侧着生点间的水平距离
胸鳍间距	X8	左右胸鳍内侧着生点间的水平距离



讨论：

本研究中M1模式下所保留的形态性状和内脏质量性状决定系数加和值分别为0.889、0.992; M2模式下所保留的形态性状和内脏质量性状对体质量的决定系数加和值分别为0.927、0.971, 以上加和值均大于0.85, 表明所保留的形态性状和内脏质量性状均为影响银鲫体质量的关键性状组合。

本研究中, 就内脏质量对体质量的贡献而言, M1模式下被保留的内脏质量性状为肠、胃和肝脏; 而M2模式下被保留的性状仅为肝脏, 且M1群体的内脏质量均高于M2群体。就表型形态而言, 经通径分析M1模式下被保留的性状为全长、侧线长和体高, 以横向长长为主, 增高为辅; 而M2养殖模式下被保留的性状为体高, 体宽全长和侧线长, 以增高增宽为主, 横向增长为辅。研究结果表明, 受不同生长环境的影响, 本研究中M1生态养殖与M2鲫鱼混养模式下的银鲫内脏称量和形态性状对体质量的影响各不相同, 表明不同的养殖环境一定程度上造成了内在器官和外在形态方面的差别, 造成不同养殖群体采取不同的生长增重对策。

结果：

1. 参数统计

性状	代码	M1			M2		
		均值	标准偏差	变异系数%	均值	标准偏差	变异系数%
称量性状	BW	39.91a	4.28	10.72	39.01a	5.21	13.36
	NW	30.37a	3.42	11.26	32.22b	4.16	12.91
	W1	0.61a	0.1	16.39	0.38b	0.11	28.95
	W2	3.69a	0.56	15.18	1.78b	0.85	47.75
	W3	0.22a	0.05	22.73	0.14b	0.04	28.57
	W4	1.34a	0.28	20.9	1.05b	0.18	17.14
	W5	0.08a	0.03	37.5	0.06b	0.01	16.67
	W6	0.23a	0.04	17.39	0.2b	0.06	30
形态性状	X1	127.2a	4.51	3.55	134.81b	6.53	4.84
	X2	38.45a	2.37	6.16	37.51a	2.57	6.85
	X3	19.14a	1.58	8.25	18.94a	1.76	9.29
	X4	30.17a	1.52	5.04	29.51b	2.05	6.95
	X5	82.69a	3.18	3.85	87.65b	4.46	5.09
	X6	14.68a	0.94	6.4	15.46b	1.05	6.79
	X7	8.05a	0.62	7.7	8.35a	0.59	7.07
	X8	15.26a	1.18	7.73	15.83a	1.02	6.44

由表可见: 净体质量和内脏指标均存在显著差异, M1群体内脏质量均大于M2群体; 形态方面, 两种养殖模式异育银鲫的全长、头长、侧线长和尾柄高存在显著差异 ($P < 0.05$), M1群体全长、侧线长、尾柄高均小于M2群体, 而头长大于M2群体。整体看来, 两种模式的银鲫群体内脏变异系数均大于15%, 表明由养殖环境造成的差异首先体现在内脏性状上, 内脏性状相对于形态性状更具有可塑性, 形态性状相对内脏性状而言较稳定。

2. 相关分析

模式	代码	BW	NW	W1	W2	W3	W4	W5
M1	NW	0.996**	1					
	W1	0.504**	0.457**	1				
	W2	0.583**	0.481**	0.244*	1			
	W3	0.500**	0.448**	0.332**	0.334**	1		
	W4	0.587**	0.559**	0.479**	0.299*	0.444**	1	
	W5	0.034	0.046	0.055	-0.131	0.138	0.068	1
	W6	0.627**	0.595**	0.417**	0.406**	0.405**	0.471**	0.041
	M2	NW	0.947**	1				
W1	0.407	0.249*	1					
W2	0.510**	0.262*	0.596**	1				
W3	0.390**	0.311**	0.422**	0.433**	1			
W4	0.694**	0.726**	0.334**	0.183	0.290*	1		
W5	0.047	0.093	-0.072	-0.096	-0.054	0.056	1	
W6	0.512**	0.451**	0.449**	0.390**	0.266*	0.450**	-0.087	1

模式	代码	BW	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
M1	X1	0.857**	1							
	X2	0.670**	0.613**	1						
	X3	0.567**	0.589**	0.610**	1					
	X4	0.655**	0.673**	0.464**	0.370**	1				
	X5	0.867**	0.726**	0.468**	0.379**	0.615**	1			
	X6	0.581**	0.566**	0.499**	0.585**	0.381**	0.487**	1		
	X7	0.624**	0.601**	0.562**	0.428**	0.452**	0.469**	0.472**	1	
	X8	0.526**	0.469**	0.423**	0.416**	0.464**	0.480**	0.326**	0.459**	1
M2	X1	0.770**	1							
	X2	0.849**	0.521**	1						
	X3	0.778**	0.416**	0.707**	1					
	X4	0.613**	0.555**	0.550**	0.542**	1				
	X5	0.714**	0.848**	0.454**	0.358**	0.351**	1			
	X6	0.733**	0.656**	0.580**	0.550**	0.315**	0.580**	1		
	X7	0.514**	0.465**	0.395**	0.370**	0.196	0.424**	0.417**	1	
	X8	0.645**	0.522**	0.594**	0.557**	0.424**	0.383**	0.431**	0.560**	1

由表可见: 两种养殖模式所涉性状除心脏重外, 各性状与体质量呈正相关且相关系数均达到极显著水平 ($P < 0.01$)。M1群体体质量与各称量性状相关的强弱次序由大到小依次为NW、W6、W4、W2、W1、W3、W5, 而M2群体则依次为NW、W4、W6、W2、W1、W3、W5。M1群体体质量与各形态性状相关的强弱次序由大到小依次为X5、X1、X2、X4、X7、X6、X3、X8, 而M2群体则依次为X2、X3、X1、X6、X5、X8、X4、X7。

3. 通径分析

代码	相关系数	直接作用	间接作用				共线性统计	
			Σ	NW	W2	W1	容差	VIF
M1	0.986	0.876	0.11	0.064	0.026	0.02	0.599	1.670
W2	0.583	0.134	0.45	0.014	0.015	0.751	1.331	
W1	0.504	0.056	0.448	0.4	0.033	0.015	0.771	1.297
W3	0.500	0.044	0.457	0.393	0.045	0.019	0.762	1.313
M2	0.947	0.874	0.074	0.074			0.932	1.073
W2	0.510	0.281	0.229	0.229			0.932	1.073

模式	代码	相关系数	直接作用	间接作用				共线性统计	
				Σ	X5	X1	X2	X3	容差
M1	X5	0.867	0.507	0.359	0.259	0.100		0.472	2.119
	X1	0.857	0.357	0.499	0.368	0.131		0.377	2.652
	X2	0.670	0.213	0.457	0.238	0.219		0.623	1.606
	X3	0.567	0.399	0.451	0.088	0.140	0.223	0.437	2.287
M2	X3	0.778	0.315	0.462	0.069	0.111	0.282	0.256	3.901
	X1	0.770	0.268	0.503	0.164	0.208	0.131	0.497	2.013
	X5	0.714	0.193	0.521	0.227	0.181	0.113	0.280	3.573
	X2	0.849	0.281	0.229	0.229				

由表可见: 在M1群体中, W2、X5分别为影响体质量的核心重要变量, W3、X1分别为影响体质量的相对重要变量, X2为影响体质量的次要变量; 在M2群体中, W2、X2分别为影响体质量的核心重要变量, X3为影响体质量的相对重要变量, 而X1与X5为影响体质量的次要变量。

4. 决定程度分析

代码	NW	W2	W1	W3	NW	W2
NW	0.768	0.113	0.045	0.034	0.764	0.129
W2	0.018	0.004	0.004	0.079		
W1			0.003	0.002		
W3				0.002		

代码	X5	X1	X2	X5	X1	X2	X3
X5	0.257	0.263	0.101	0.037			
X1		0.128	0.093	0.088	0.072		0.070
X2			0.046	0.070	0.111	0.159	0.178
X3				0.044			0.099

尺寸性状	模式	回归自由度		复相关系数R		复相关指数R ²		校正后复相关指数R ²		标准误差
		总	残	总	残	总	残	总	残	
称量性状	M1	3	66	0.943	0.889	0.884	0.884	1.469		
	M2	4	65	0.963	0.927	0.923	0.923	1.456		
形态性状	M1	4	65	0.986	0.992	0.991	0.991	0.398		
	M2	2	67	0.986	0.971	0.970	0.970	0.902		

由表可见: M1测定群体单个内脏质量性状W2、W1、W3对体质量的决定程度依次为1.8%、0.3%和0.2%, X5、X1、X2单个形态性状对体质量的相对决定程度依次为25.7%、12.8%和4.6%; M2测定群体单个内脏质量性状W2对体质量的决定程度为7.9%, M2测定群体X2、X1、X3、X5单个形态性状对体质量的相对决定程度依次为15.9%、11.1%、9.9%和3.7%。

5. 建立多元回归方程

M1测定群体与M2测定群体内脏质量性状与体质量之间的多元回归方程分别为 $Y(WM1) = 1.096NW + 1.025W2 + 2.433W1 + 3.504W3 + 0.507$
 $Y(WM2) = 1.096NW + 1.287W2 + 1.044$;
M1测定群体与M2测定群体形态性状与体质量之间的多元回归方程分别为 $Y(M1) = 0.683X5 + 0.338X1 + 0.385X2 - 74.431$
 $Y(M2) = 0.809X2 + 0.214X1 + 0.931X3 + 0.225X5 - 57.512$ 。