

饥饿对中华倒刺鲃和慈鲷鱼群觅食行为的影响*

何骄阳, 龙家兴, 曾足仙, 付世建

(重庆师范大学 进化生理与行为学实验室 重庆市动物生物学重点实验室, 重庆 401331)

摘要:探究种类和饥饿对不同生境和集群特征鱼类的群体觅食行为的影响。选取群体互动特征不同、生境和食物资源状况迥异的鲤科(Cyprinidae)鱼类中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)和慈鲷科(Cichlidae)鱼类斑马拟丽鱼(*Pseudotropheus zebra*)(后简称慈鲷)幼鱼作为实验对象,采用六臂迷宫来设置觅食情景,分析比较了前期经历饥饿或维持日粮摄食(对照组)鱼群的探索强度、凝聚力指标(IC)、首次到达食物臂速度、食物臂时间占比等行为学参数。与中华倒刺鲃相比,慈鲷有更高的探索强度和更低的IC值。饥饿导致慈鲷探索强度下降、首次到达食物臂速度加快和食物臂时间占比上升;中华倒刺鲃经历饥饿后食物臂时间占比略有下降。慈鲷和中华倒刺鲃群体觅食行为存在种间差异,且仅有慈鲷在群体觅食行为上表现出对食物匮乏的适应性变化,这可能与2种鱼类生境、食物资源等条件不同有关。

关键词:中华倒刺鲃;斑马拟丽鱼;鲤科;慈鲷科;六臂迷宫;饥饿

中图分类号:Q175

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2024)01-0014-06

觅食行为是动物最重要的生命活动之一。在漫长的自然选择和物种进化过程中,动物形成了一套适合机体特征和环境条件的觅食策略^[1]。集群行为在动物界普遍存在,据估计,超过10 000种鱼类在整个生命周期或生活史的特定阶段表现出群体行为^[2-3]。群体生活可提高动物的觅食成功率并使之更加有效地抵御捕食者^[4-5]。这是因为集群生活的动物能够在觅食、栖息地选择、发现天敌等方面分享交流信息,做出更为有利的行为决策^[6-7]。群体觅食策略在关于鸟类的研究中有较多的报道^[8-9],例如有研究发现鸟类能够从周边同类收集社会信息,并据此调整自身的觅食策略^[10];但此类研究在鱼类中却鲜见报道。理论上说,鱼类的集群偏好和生境食物资源状况不同,它们会采取与之相适应的群体觅食策略。以往的研究发现,不同种类的鱼群在群体凝聚力和群体协作探索行为方面存在较大差异^[11]。这些特征在群体觅食活动中可能对信息交流和群体行为的形成产生重要的影响。

机体的觅食策略并非一成不变,可能会随机体自身营养状况和生存环境不同而适应性地变化^[12-13]。在自然生境中,鱼类往往会面临食物资源短缺的情况,这导致鱼类的营养状态和生理机能发生改变^[14]。因此,鱼类可能会在行为策略上产生适应性的改变:一方面,饥饿状态的鱼群可能增加觅食活动,而这可能造成群体凝聚力的下降,改变群体觅食行为特征;另一方面,饥饿后鱼群运动机能的下降和能量储备的短缺要求机体尽量减少活动。不同种类的鱼类可能基于栖息地食物资源变动状况的差异而在食物资源匮乏时采取截然不同的群体觅食策略。

基于上述研究背景,本研究选取了亲缘关系较远、群体互动特征不同且生境和食物资源状况迥异的中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)和斑马拟丽鱼(*Pseudotropheus zebra*)(后简称慈鲷)幼鱼作为研究对象。前者为鲤形目(Cypriniformes)鲤科(Cyprinidae)倒刺鲃属(*Spinibarbus*)鱼类,分布在中国长江上游流域,为杂食性鱼类,在自然条件下主要摄食高等植物碎片、藻类、水生昆虫幼虫等动植物饵料;后者为鲈形目(Perciformes)慈鲷科(Cichlidae)拟丽鱼属(*Pseudotropheus*)鱼类,起源于非洲热带水体,为杂食性鱼类,主要以藻类和水草为食。二者虽然均喜好集群,但慈鲷表现出更为复杂的社会互作行为^[15-16]。另外,慈鲷生活的热带水体食物资源较为丰富但变动更为剧烈,且慈鲷的捕食压力更大。本研究的第1个目标是比较中华倒刺鲃和慈鲷在实验室条件下的觅食行为差异,第2个目标是探究食物资源匮乏对这2种鱼类鱼群觅食行为的影响以及与鱼群凝聚力等特征参数的关联。为达成上述实验目标,本研究比较分析了不同营养状况的中华倒刺鲃鱼群和慈鲷鱼群在六臂迷宫探

* 收稿日期:2023-06-06 修回日期:2023-09-07 网络出版时间:2024-02-22T19:48

资助项目:国家自然科学基金面上项目(No. 31670418)

第一作者简介:何骄阳,女,研究方向为鱼类行为学,E-mail:1779422648@qq.com;通信作者:付世建,男,教授,博士生导师,E-mail:shijianfu9@hotmail.com

网络出版地址:https://link.cnki.net/urlid/50.1165.n.20240222.1423.006

索时的凝聚力指标(IC)、探索强度、首次到达食物臂速度和食物臂时间占比,期望为鱼类行为生态学研究提供新的参考资料。

1 材料与方法

1.1 实验鱼的来源与驯养

实验用中华倒刺鲃和慈鲷幼鱼分别购自重庆市永川区水花鱼养殖专业合作社和重庆市沙坪坝区马氏水族馆。在将实验鱼运回实验室后,先用质量分数为 1%~2%的氯化钠溶液对鱼体进行消毒,然后将实验鱼放入自净化循环控温系统中驯养 14 d。同时,在驯化水体底部放置一些人工绿色水草和鹅卵石以提升实验鱼在生境中的舒适度。驯养水体为曝气充分(曝气时间至少 12 h)的自来水,水体温度控制在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,日换水量为驯养水体总体积的 10%;驯养期间每日 9:00 以淮安通威饲料有限公司生产的浮料鱼种倍健 6 号商业颗粒饵料对实验鱼进行饱足投喂,在饲料投喂 1.5 h 后用虹吸管清除水体中的残饵和粪便;驯养期间的光周期为 12 h 光照:12 h 黑暗。

1.2 实验方案

驯养期结束后,在每种实验鱼中分别挑选身体健康且大小合适的个体(表 1),随机将它们分为样本量相同的对照组和饥饿组,分别进行为期 7 d 的维持日粮投喂(经预备实验可得投喂的日粮质量约为实验鱼体质量的 1%)和禁食处理。随后,每个处理组内随机组成 20 个鱼群,每个鱼群中有 6 尾实验鱼。在设置了觅食场所的六臂迷宫中对鱼群的行为进行拍摄。为消除昼夜节律的影响,所有拍摄都在白天进行(8:00—18:00);为消除实验鱼消化活动对自身行为的影响,实验鱼在拍摄前均禁食 24 h。整个实验过程的其他环境条件如水体温度、换水量、光周期等均与驯养期间保持一致。

表 1 实验鱼的样本量、体质量和体长

Tab. 1 The sample size, body mass, and body length of experimental fish

种类	处理	样本量/尾	体质量/g	体长/cm	种类	处理	样本量/尾	体质量/g	体长/cm
中华倒刺鲃 (<i>S. sinensis</i>)	正常	120	1.92 ± 0.10	4.52 ± 0.10	慈鲷	正常	120	1.45 ± 0.06	3.97 ± 0.05
	饥饿	120	2.15 ± 0.08	4.83 ± 0.07	(<i>P. zebra</i>)	饥饿	120	1.58 ± 0.05	3.97 ± 0.04

注:体质量、体长数据以“平均值±标准误”表示。

1.3 觅食情景的设置及实验鱼行为拍摄

实验装置为根据文献[17]自制的六臂迷宫(图 1),该装置每个臂的长×宽×高为 42 cm×20 cm×20 cm。迷宫正中的正六棱柱形空间的底面边长亦为 20 cm,迷宫的水深为 5 cm。实验光源由 6 盏日光灯组成,以保证拍摄场地光照均匀。为了消除人为活动对实验的影响,实验装置被白色的幕布所遮盖。每次实验开始前,在实验装置中随机选取 1 个臂作为食物臂,在它的末端放置总数约 108 颗、总质量约 0.31 g 的饲料颗粒。随后将 1 个实验鱼群的 6 尾实验鱼通过不透明的圆柱形适配器移入迷宫中固定的 1 个空白臂中,适应 10 min 后移除适配器。用索尼 AX60 型 4K 摄影机以 15 帧·s⁻¹ 持续拍摄 20 min。

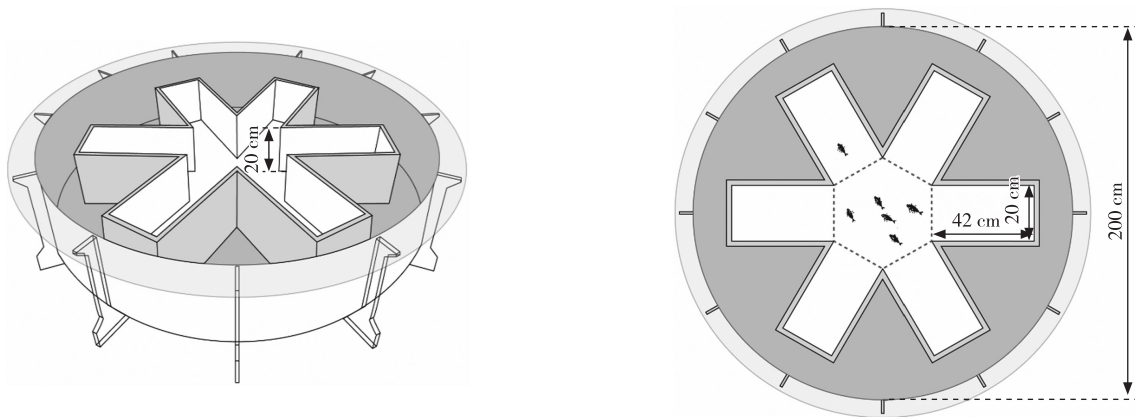


图 1 鱼类行为测定装置结构

Fig. 1 The structure of the device used to observe the fish behavior in the study

1.4 实验参数及计算方法

当超过群体中个体总数一半的实验鱼(即 4 尾鱼)位于迷宫的某一臂中时,即称实验鱼在该臂中形成多数群体^[18]。通过人工观察视频进行首次到达食物臂速度、探索强度和食物臂时间占比的分析。首次到达食物臂速度为提起适配器之后,鱼群首次在食物臂中形成多数群体时所对应的时间(单位:s);探索强度为鱼群在不同臂中形成多数群体的频率(单位:次·min⁻¹);食物臂时间占比为食物臂形成多数群体时间占拍摄总时间的比例,以百分比表示。

实验视频拍摄结束后用“格式工厂”软件将视频文件转码为“.avi”格式,帧率为 15 帧·s⁻¹,采用 Matlab 软件对各个迷宫臂及中心区域内实验鱼群的分布状况数据进行提取,并参照文献[17]来计算 IC 值。

1.5 数据统计分析

采用 Excel 2019 软件对实验数据进行常规计算后,所有结果用“平均值±标准误”表示。使用 SPSS 26.0 统计软件对实验数据进行统计分析,首先检验实验数据的正态性和方差齐性。由于首次到达食物臂速度数据不符合正态分布,故通过取自然对数的方式对它进行数据转换。种类和饥饿处理对实验鱼首次到达食物臂速度、探索强度、IC 值的影响采用双因素多变量协方差分析(以体质量为协变量),若方差分析结果具有统计学意义,则采用 *t* 检验比较不同种类和不同摄食处理实验鱼的数据差异是否具有统计学意义。当 $p < 0.05$ 时,有关统计结果视为具有统计学意义。

2 结果

2.1 首次到达食物臂速度

双因素多变量协方差分析结果表明种类和饥饿处理对实验鱼首次到达食物臂速度无统计学意义上的影响(表 2)。对照组中华倒刺鲃到达食物臂花费的平均时间为 54.15 s,饥饿处理后中华倒刺鲃的这一时间缩短至 45.05 s,但两者没有统计学意义上的差异;对照组慈鲷到达食物臂花费的平均时间为 116.2 s,饥饿处理后慈鲷的这一时间大幅缩短至 29.85 s,两者存在统计学意义上的差异($p < 0.05$);*t* 检验分析还发现同样是经过饥饿处理,慈鲷与中华倒刺鲃相比首次到达食物臂速度有统计学意义上的加快($p < 0.05$)(图 2)。

表 2 种类和饥饿处理对实验鱼行为影响的双因素多变量协方差(以体质量为协变量)分析统计表

Tab. 2 The effects of species and starvation treatment on the fish behavior based on the multivariate analysis of two-way analysis of covariance (body mass as covariate)

指标	协变量(体质量)	种类	饥饿	种类×饥饿
首次到达食物臂速度	$F_{1,71}=1.037, p=0.312$	$F_{1,71}=1.811, p=0.183$	$F_{1,71}=2.056, p=0.156$	$F_{1,71}=1.848, p=0.178$
探索强度	$F_{1,71}=0.546, p=0.462$	$F_{1,71}=14.514, p=0.001^{\blacktriangle}$	$F_{1,71}=1.234, p=0.270$	$F_{1,71}=3.881, p=0.053$
食物臂时间占比	$F_{1,71}=0.295, p=0.589$	$F_{1,71}=0.057, p=0.812$	$F_{1,71}=5.719, p=0.019^{\blacktriangle}$	$F_{1,71}=22.445, p=0.001^{\blacktriangle}$
IC 值	$F_{1,71}=0.061, p=0.806$	$F_{1,71}=36.672, p=0.001^{\blacktriangle}$	$F_{1,71}=6.645, p=0.012^{\blacktriangle}$	$F_{1,71}=0.100, p=0.753$

注:“ \blacktriangle ”表示某一因素对某项指标的影响具有统计学意义($p < 0.05$)。

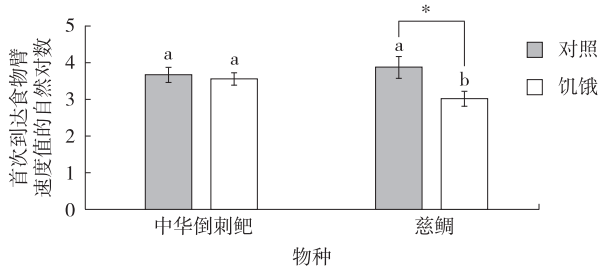
2.2 探索强度

表 2 显示种类对实验鱼的探索强度存在统计学意义上的影响($p < 0.05$)。由图 3 可知:对照组和饥饿组中华倒刺鲃的探索强度分别约为 1.22 和 1.28 次·min⁻¹,两者无统计学意义上的差异;对照组慈鲷的探索强度约为 2.14 次·min⁻¹,而饥饿组慈鲷的探索强度与之相比有统计学意义上的下降($p < 0.05$),为 1.65 次·min⁻¹;无论对照组还是饥饿组的慈鲷在探索强度方面均高于与之处于同一摄食处理下的中华倒刺鲃,且数据差异均具有统计学意义($p < 0.05$)。

2.3 食物臂时间占比

饥饿对实验鱼的食物臂时间占比存在统计学意义上的影响,且它与种类存在具有统计学意义的交互作用($p < 0.05$)(表 2)。图 4 显示:对照组中华倒刺鲃的食物臂时间占比约为 17.63%,饥饿处理后中华倒刺鲃的这一时间占比与前者相比有统计学意义上的下降($p < 0.05$),约为 15.32%;对照组慈鲷的食物臂时间占比约为 12.85%,饥饿处理后慈鲷的这一时间占比与前者相比有统计学意义上的上升($p < 0.05$),约为 19.95%;对照组中华倒刺鲃的食物臂时间占比与对照组慈鲷相比有统计学意义上的上升($p < 0.05$),饥饿组中华倒刺鲃的食物

臂时间占比与饥饿组慈鲷相比则有统计学意义上的下降($p < 0.05$)。



注:不同字母表示不同物种在同一摄食处理下的数据差异具有统计学意义($p < 0.05$),“*”表示同一物种在不同摄食处理下的数据差异具有统计学意义($p < 0.05$),下同。

图 2 饥饿处理对 2 种实验鱼的首次到达食物臂速度的影响
Fig. 2 The effect of starvation treatment on the latency of arriving to food arm in two experimental fish

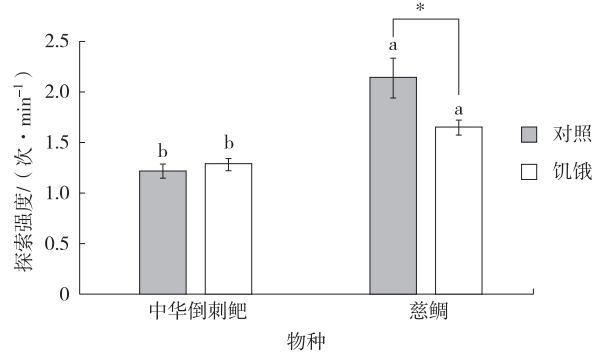


图 3 饥饿处理对 2 种实验鱼的探索强度的影响
Fig. 3 The effect of starvation treatment on explore intensity of two experimental fish

2.4 群体凝聚力

由表 2 可知,种类、饥饿对实验鱼的 IC 值均存在统计学意义上的影响($p < 0.05$)。对照组和饥饿组中华倒刺鲃的 IC 值分别约为 0.83 和 0.78,两者没有统计学意义上的差异;对照组和饥饿组慈鲷 IC 值分别约为 0.68 和 0.64,两者也没有统计学意义上的差异;无论对照组还是饥饿组的慈鲷在 IC 值上均低于与之处于同一处理下的中华倒刺鲃,且数据差异均具有统计学意义($p < 0.05$)(图 5)。

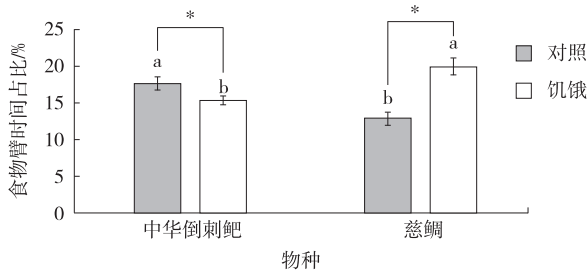


图 4 饥饿处理对 2 种实验鱼的食物臂时间占比的影响
Fig. 4 The effect of starvation treatment on percentage time stayed in the food arm of two experimental fish

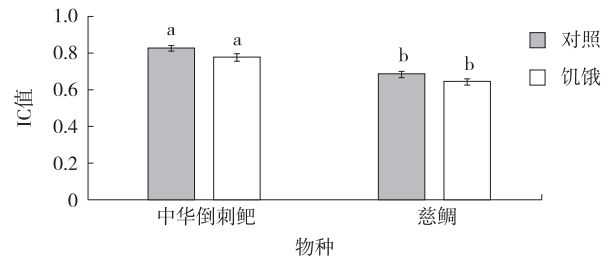


图 5 饥饿处理对 2 种实验鱼 IC 值的影响
Fig. 5 The effect of starvation treatment on IC value of two experimental fish

3 讨论

不同种类的鱼类因为自身机体特征和生活环境的差异而具有不同的觅食策略。在自然界中,由于食物资源在时间和空间上分布不均,鱼类因此经常会面临食物资源短缺的状况。自身营养状况和外界环境的变化也会影响鱼类觅食策略发生变化,且当鱼群面临饥饿时,它们会通过分享社会信息来改变自身行为。因此研究不同生境和集群特征鱼类的群体觅食行为至关重要,这也是本研究选择了中华倒刺鲃和慈鲷作为研究对象的重要原因。本研究发现,中华倒刺鲃和慈鲷的群体觅食行为存在种间差异,且只有慈鲷在群体觅食行为上表现出对食物匮乏的适应性反应。

中华倒刺鲃和慈鲷均为喜好集群性鱼类,但二者在集群行为特征上存在种间差异,具体表现在同一摄食条件下,慈鲷的探索强度和 IC 值分别高于和低于中华倒刺鲃的这 2 个指标。这可能是因为慈鲷原来所在热带水体中生境更为复杂、食物资源分布更为不均,它所面临的捕食压力也更高^[18];故而慈鲷需要主动探索周围环境,搜寻食物、捕食者、配偶等关键信息。在经过饥饿处理后,2 种实验鱼的 IC 值都呈下降趋势,与以往的研究结果一致,例如有关黄金鲃(*Notemigonus crysoleucas*)的研究发现随着饥饿处理程度的增加,鱼群凝聚力会降低^[19]。这可能是因为饥饿条件下食物资源竞争加剧,而觅食行为的上调导致群体分布更为分散^[13]。有趣的是,本研究中 2 种鱼类觅食行为对饥饿的响应截然不同:饥饿处理后的慈鲷探索强度降低、首次到达食物臂速度加快,且食

物臂时间占比更高。这说明慈鲷在食物资源匮乏时及时调整了觅食的策略:一方面为了节约能量而降低探索强度,另一方面分配更多的时间用于觅食行为^[20]。然而中华倒刺鲃的探索强度和首次到达食物臂速度均不受饥饿处理的影响,且中华倒刺鲃在饥饿处理后的食物臂时间占比反而略有下降。这可能与饥饿的中华倒刺鲃摄食速度较快因而食物臂的食物很快被消耗殆尽有关。

总之,本研究发现 2 种不同生境和集群特征鱼类的群体觅食行为存在差异,在经历饥饿后所表现出的觅食策略变化也不尽相同。总体而言,慈鲷对食物匮乏表现出更加明显的适应性反应。在动物群体中,信息和社会凝聚力都影响着集体决策^[21-22]。本研究探讨了中华倒刺鲃和慈鲷在经历饥饿后的群体决策变化,这可能对在食物资源和捕食强度波动的生境中群居鱼类的生存具有重要的生态学意义^[23]。在将来的研究中,可以探究其他不同生态习性的鱼类在经历饥饿后社会凝聚力、集体决策和应对捕食风险的变化,以便更加深入了解其中的应对策略。

参考文献:

- [1] NAVARRO I, GUTIÉRREZ J. Fasting and starvation[J]. *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, 1995, 4(1): 393-434.
- [2] PRITCHARD V L, LAWRENCE J, BUTLIN R K, et al. Shoal choice in zebrafish, *Danio rerio*: the influence of shoal size and activity[J]. *Animal Behaviour*, 2001, 62(6): 1085-1088.
- [3] WARD A J, AXFORD S, KRAUSE J. Mixed-species shoaling in fish: the sensory mechanisms and costs of shoal choice[J]. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 2002, 52(3): 182-187.
- [4] KRAUSE J, RUXTON G D. Living in groups[J]. *Behaviour*, 1983, 87: 120-144.
- [5] 周应祺, 王军, 钱卫国, 等. 鱼类集群行为的研究进展[J]. *上海海洋大学学报*, 2013, 22(5): 734-743.
ZHOU Y Q, WANG J, QIAN W G, et al. Review of fish schooling behavior study[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2013, 22(5): 734-743.
- [6] GIL M A, HEIN A M, SPIEGEL O, et al. Social information links individual behavior to population and community dynamics[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2018, 33(7): 535-548.
- [7] GINELLI F, PERUANI F, PILLOT M H, et al. Intermittent collective dynamics emerge from conflicting imperatives in sheep herds[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2015, 112(41): 12729-12734.
- [8] CHENG L, ZHOU L, BAO Y, et al. Effect of conspecific neighbors on the foraging activity levels of the wintering oriental storks (*Ciconia boyciana*): benefits of social information[J]. *Ecology and Evolution*, 2020, 10(19): 10384-10394.
- [9] YANG L, ZHOU L Z, SONG Y W. The effects of food abundance and disturbance on foraging flock patterns of the wintering hooded crane (*Grus monachal*) [J]. *Avian Research*, 2015, 6(3): 178-185.
- [10] CHITTKA L, SKORUPSKI P, RAINE N E. Speed-accuracy tradeoffs in animal decision making[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2009, 24(7): 400-407.
- [11] FU S J, ZENG L Q, LI X M, et al. The behavioural, digestive and metabolic characteristics of fishes with different foraging strategies[J]. *The Journal of Experimental Biology*, 2009, 212(14): 2296-2302.
- [12] YAN G J, HE X K, CAO Z D, et al. Effects of fasting and feeding on the fast-start swimming performance of southern catfish *Silurus meridionalis* [J]. *Journal of Fish Biology*, 2015, 86(2): 605-614.
- [13] 王蕾, 唐金玉, 覃英莲, 等. 饥饿对中华倒刺鲃幼鱼代谢, 个性和集群的影响[J]. *生态学报*, 2019, 39(3): 1095-1104.
WANG L, TANG J Y, QIN Y L, et al. Effect of starvation on energy metabolism, fish behavior, and schooling behavior of *Spinibarbus sinensis* [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(3): 1095-1104.
- [14] MORGAN M J. The effect of hunger, shoal size and the presence of a predator on shoal cohesiveness in bluntnose minnows, *Pimephales notatus* Rafinesque [J]. *Journal of Fish Biology*, 2006, 32(6): 963-971.
- [15] FISCHER S, BESSERT-NETTELBECK M, KOTRSCHAL A, et al. Rearing-group size determines social competence and brain structure in a cooperatively breeding cichlid [J]. *The American Naturalist: Devoted to the Conceptual Unification of the Biological Sciences*, 2015, 186(1): 123-140.
- [16] ALMEIDA O, FÉLIX A S, OLIVEIRA G A, et al. Fighting assessment triggers rapid changes in activity of the brain social decision-making network of cichlid fish [J]. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2019, 13: 229.
- [17] DELCOURT J, MILLER N Y, COUZIN I D, et al. Methods for the effective study of collective behavior in a radial arm maze [J]. *Behavior Research Methods*, 2018, 50(4): 1673-1685.
- [18] LI S, KONINGS A F, STAUFFER J R J. A revision of the *Pseudotropheus elongatus* species group (Teleostei: Cichlidae) with

- description of a new genus and seven new species[J]. *Zootaxa*, 2016, 4168(2): 353-381.
- [19] REEBS S G, SAULNIER N. The effect of hunger on shoal choice in golden shiners (Pisces: Cyprinidae, *Notemigonus crysoleucas*) [J]. *Ethology*, 1997, 103(8): 642-652.
- [20] 王蕾. 食物丰度对宽鳍鱮维持能量消耗, 个性和集群的影响及其之间的关联[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2019.
- WANG L. The effect of food availability on metabolism, personality, shoaling, and their relationships in pale chub (*Zacco platypus*) [D]. Chongqing: Chongqing Normal University, 2019.
- [21] DANIELLE S. From sensory to social: the information that impacts animal foraging decisions [J]. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 2017, 16: 93-99.
- [22] CHRISTOS C I, SASHA R X D. Individuals that are consistent in risk-taking benefit during collective foraging [J]. *Scientific Reports*, 2016, 6: 33991.
- [23] KILLEN S S, MARRAS S, MCKENZIE D J. Fuel, fasting, fear: routine metabolic rate and food deprivation exert synergistic effects on risk-taking in individual juvenile European sea bass [J]. *Journal of Animal Ecology*, 2011, 80(5): 1024-1033.

Animal Sciences

Effects of Starvation on Foraging Behavior in Qingbo *Spinibarbus sinensis* and Cichlid *Pseudotropheus zebra*

HE Jiaoyang, LONG Jiaying, ZENG Zuxian, FU Shijian

(Chongqing Key Laboratory of Animal Biology, Laboratory of Evolutionary Physiology and Behaviour, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: To explore the effects of species and starvation on group foraging behavior of fish species from different habitats and with shoaling characteristics. The juveniles of qingbo (*Spinibarbus sinensis*) and cichlid (*Pseudotropheus zebra*), two species with different social interaction characteristics, different habitat food resources and environmental conditions were selected as experimental subjects. The exploration behavior, cohesion, latency to food arm, and percent time stayed in the food arm of starved and normal-fed (control group) fish were measured in foraging scenarios set by the six-armed maze. Compared with qingbo, cichlid exhibited more group exploration behavior and lower fish cohesion. Moreover, starvation resulted in decreased exploration behavior, shorten latency to food arm, and higher percentage time stayed in food arm of cichlid, whereas only the percentage of time stayed in food arm decreased time slightly in qingbo. There were interspecific differences in the foraging behavior between cichlid and qingbo, and only cichlid showed adaptive behavioral response to food shortage according to group foraging behavior. It may be related to the different distribution of food resources in natural habitats between two species.

Keywords: *Spinibarbus sinensis*; *Pseudotropheus zebra*; Cyprinidae; Cichlidae; six-arm maze; starvation

(责任编辑 方 兴)