动物科学

DOI:10.11721/cqnuj20220603

淡黑镊丽鱼对不同环境颜色和不同颜色鱼群的选择偏好*

赵浩翔，龚文奥，张久荭，付世建
(重庆师范大学 进化生理与行为学实验室 动物生物学重庆市重点实验室，重庆 401331)

摘要:【目的】探究淡黑镊丽鱼(*Labidochromis caeruleus*)对不同环境颜色和不同颜色鱼群的选择偏好。【方法】实验 1:测定实验鱼在红、橙、黄、绿、蓝、紫、黑、白等不同环境颜色背景中的停留时间;实验 2:测定实验鱼在同种鱼群以及不同颜色如雪中红鱼(*Metriaclima estherae*)、蓝阿里鱼(*Sciaenochromis fryeri*)、白鲷(*Hindongo socolofi*)等慈鲷科(Cichlidae)鱼群组合之间的选择偏好。【结果】1) 实验鱼在非白色背景中的停留时间均高于在白色背景中的停留时间;实验鱼除在橙色和白色背景的停留时间无统计学意义上的差异外,在其他非白色背景和在白色背景的停留时间均有统计学意义上的差异($p<0.05$)。2) 实验鱼在不同颜色异种鱼群之间选择时偏好选择接近自身颜色和非白色的鱼群,且该偏好具有统计学意义($p<0.05$);实验鱼在同种鱼和与自身颜色差异较大的异种鱼群间选择时偏好选择前者,且该偏好具有统计学意义($p<0.05$);实验鱼在同种鱼和与自身颜色相似的异种鱼群之间选择时,无明显偏好。【结论】淡黑镊丽鱼对颜色具有一定的选择偏好,在环境颜色选择中偏好非白色背景,在选择同伴鱼类时偏好非白色以及接近自身颜色的鱼群。

关键词:淡黑镊丽鱼;环境颜色;鱼群选择;集群;偏好
中图分类号:Q178.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1672-6693(2022)06-0046-06

与颜色相关的行为研究是理解动物体色模式在自然界中进化的基础[1]。动物通常能够感知到栖息地周围环境的颜色,并由此产生偏好。许多动物采用“行为背景匹配”或“隐色”策略来选择与它们的颜色最匹配的栖息地,以便隐蔽和减少被捕食风险[2-3]。例如,寄生蜂(*Venturia canescens*)喜欢黄色,这是温带地区的天然花卉中颜色最为常见的颜色[4];亚洲热带鸟类喜欢红色和黑色,这与森林中最常见的食物颜色一致[5]。动物的色觉是不受亮度影响辨别颜色的能力,动物通过它发现、辨别和识别有色物体,因而具有重要的生态学意义[6-8]。有研究发现,色觉调节普遍存在于如观察捕食者或猎物的出现、寻找配偶以及其他种内和种间的社会互动中[9]。

群居生活是许多动物社会的关键组成部分之一,在多数硬骨鱼中,个体通过加入集群的群体来保护自己免受捕食者的伤害,从而获得环境适合度优势[10]。这种优势被看作是简单的数字稀释,即鱼群中任何一个个体被捕获的概率会随着鱼群规模的增大而降低;同时也被看作是个体间复杂的信息传递,以提高群体的整体警惕性,并更早发现捕食者[11]。此外,对捕食者防御另一个重要的机制是混淆效应,即捕食者面对一群移动的目标时,很难集中注意力于单个个体上[12]。有研究认为这种效应是通过鱼群成员的表型匹配而得以增强[13],这可能会使以视觉为导向的捕食者在进行捕食时更加困难,从而有利于被捕食者集群[14]。相对于个体的外观,鱼群的表型组成可能是群体选择的一个重要因素,为了表现得最优,鱼类个体在选择鱼群时应该考虑到这一点。有研究已经表明鱼类个体基于表型组成鱼群[15],但还需要更多的信息来说明鱼类喜欢基于身体颜色选择同伴以及对同伴的选择是否与对环境颜色的选择一致。

鱼类是研究视觉和色觉的理想系统,这是因为它们拥有不同的视网膜色素[1],且栖息地有高度变化的光环境。不同的鱼类在颜色偏好上可能有所不同[16-19],例如,黑鳍金枪鱼(*Thunnus atlanticus*)和旗鱼(*Istiophorus platypterus*)的视网膜色素提取液对蓝色光波吸收程度高[20],表明它们可能更偏好蓝色;在灰色背景下养殖的大菱鲆幼鱼(*Scophthalmus maximus*)表现出对白色背景的偏好和对黑色、红色、棕色背景的厌恶[21]。慈鲷科(Cichlidae)鱼类是实验室条件下通过视觉和色觉验证鱼类行为的良好模型[7]。慈鲷科是硬骨鱼类中的大科,有

* **收稿日期**:2022-04-25 **修回日期**:2022-05-12 **网络出版时间**:2022-12-07 20:19:09
资助项目:国家自然科学基金(No. 31670418)
第一作者简介:赵浩翔,男,研究方向为鱼类行为学,E-mail:827077590@qq.com;**通信作者**:付世建,男,教授,博士;E-mail:shijianfu9@hotmail.com
网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail//50.1165.N.20221207.1435.002.html

超过 2 000 种鱼类，广泛分布在非洲、南亚、中南美洲等地的生态系统中[22]。有研究表明，在进行蓝色背景下食物奖励的刺激后，研究者成功地让慈鲷科鱼类获得从灰色、黄色、红色、绿色、棕色、橙色、粉色等背景颜色中辨别出蓝色的能力[7]。由此可见，视觉交流对于鱼类的行为认知至关重要[23]。

淡黑镊丽鱼（*Labidochromis caeruleus*）为辐鳍鱼纲（Actinopterygii）鲈形目（Perciformes）隆头鱼亚目（Labroidei）慈鲷科镊丽鱼属（*Labidochromis*）鱼类，又称非洲王子鱼，分布于非洲马拉维湖流域，栖息在底中层水域；该鱼种成年个体呈柠檬黄色，易于饲养，因具有较高观赏价值而被做为观赏鱼[24]。目前，有关淡黑镊丽鱼的研究主要集中在生理和形态学方面[25]，对它的色彩辨别能力研究少有报道。基于上述研究背景，本研究除通过在水槽中设置不同的环境颜色来探讨淡黑镊丽鱼对不同环境颜色的选择偏好外，还探究了该鱼种对颜色分别为纯红、纯蓝和纯白的雪中红鱼（*Metriaclima estherae*）、蓝阿里鱼（*Sciaenochromis fryeri*）、白鲷（*Hindongo socolofi*）等 3 种慈鲷科鱼群的选择偏好。本研究不仅可为鱼类辨色能力和颜色偏好研究提供基础数据，也可为淡黑镊丽鱼的水族箱景观颜色配置提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验鱼来源与驯化

淡黑镊丽鱼、雪中红鱼、蓝阿里鱼和白鲷于 2021 年 3 月购自重庆市马氏水族馆，它们的原产地相同，且均为人工饲养，体长约为（4.1±0.2）cm。上述实验鱼分别暂养于重庆师范大学进化生理与行为学实验室自净化循环控温养殖系统中（规格为 1 m×2 m×0.5 m），驯化期间保证每种实验鱼之间无视觉接触，驯化时间为 21 d。饲养和实验用水均采用经 72 h 曝气后水温为（25±1）℃的除氯自来水，每日换水量约为饲养水体体积的 20 %，用充气泵持续向驯化水体充入空气，使水体溶氧量接近饱和状态（大于或等于 7.0 mg·L^{-1}），光照周期为 12 h 光照∶12 h 黑暗。饲养期间于每日 8:00 使用商业冷冻红线虫饱食投喂，投喂 30 min 之后清除剩余食物、残渣和粪便以维持水体环境。驯化结束后开始后续实验。

1.2 实验装置

1.2.1 不同环境颜色行为测定装置　实验鱼对环境颜色偏好选择行为测定装置如图 1a 所示，主要由水槽系统、监视记录系统、光源等 3 部分组成。水槽系统为由透明有机玻璃制成且顶面开放的长方体，长×宽×高为 100 cm×30 cm×30 cm；监视记录系统由监视器和瑞士罗技科技有限公司出品的 C900 型红外摄像仪组成，红外摄像仪被安置在水槽正上方 1.5 m 的正中央处，监视器则位于距离水槽 3 m 远处，通过监视器对实验进行观察和记录实验影像；实验光源为水槽测试区域上方的节能环形灯带（功率：50 W，色温：5 500～6 500 K），以避免环境光线不均衡对实验产生影响。在进行相关实验时，将水槽系统从正中央处划分出两个区域，每个区域的长×宽×高均为 50 cm×30 cm×30 cm；并随机在其中一个区域设置白色背景，另一个区域设置非白色背景。实验选取的非白色背景如下：红（CMYK 模式参数：0，100，100，0）；橙（CMYK 模式参数：0，35，100，0）；黄（CMYK 模式参数：0，0，100，0）；绿（CMYK 模式参数：100，0，100，0）；蓝（CMYK 模式参数：100，100，0，0）；紫（CMYK 模式参数：45，100，0，0）；黑（CMYK 模式参数：50，50，50，0）。将上述不同颜色的贴纸分别贴于各自区域的底部和侧面。在白色和非白色两种颜色区域的交界处中央放置一个透明的圆柱形有机玻璃器，作为实验鱼的适应器。进行相关实验时，采用 3 个相同的装置同时进行。

1.2.2 同类选择行为测定装置　实验鱼对同类偏好选择行为测定装置如图 1b 所示，其中监视记录系统和光源的配置与不同环境颜色行为测定装置的这两个部分一致，水槽系统则为透明有机玻璃制成且顶面开放的长方体，长×宽×高为 70 cm×35 cm×35 cm，水槽内外围均贴上白色不透明广告纸以隔绝外界环境对实验鱼的影响。水槽系统被透明有机玻璃板划分为 A、B、C 等 3 个区域，其中：A、B 区为刺激区，长均为 10 cm，在进行实验鱼的行为测定时会在这两个区域分别放入相应的刺激鱼群；C 区为实验区，长 50 cm，其中底部正中放置一个透明的圆柱形有机玻璃适应器。进行相关实验时，也采用 3 个相同的装置同时进行。

1.3 测定方法

1.3.1 实验 1（淡黑镊丽鱼对不同环境颜色的选择偏好）　挑选鳞片完好、健康无病的 20 尾淡黑镊丽鱼，放置于控温水槽中的网箱中，作为实验用鱼。每次在网箱中随机挑选 1 尾实验鱼，放入白色和非白色背景颜色交界处的适应器中适应 5 min 后，快速轻柔地拿出适应器，开始拍摄，获得连续拍摄 20 min 实验鱼的行为视频（拍摄速率为 30 帧·s^{-1}）。拍摄结束后，将实验鱼放入控温水槽的另一个单独网箱。该组实验共测试 20 尾鱼，每尾鱼仅

在同一种颜色中使用1次,但在不同颜色间重复使用。

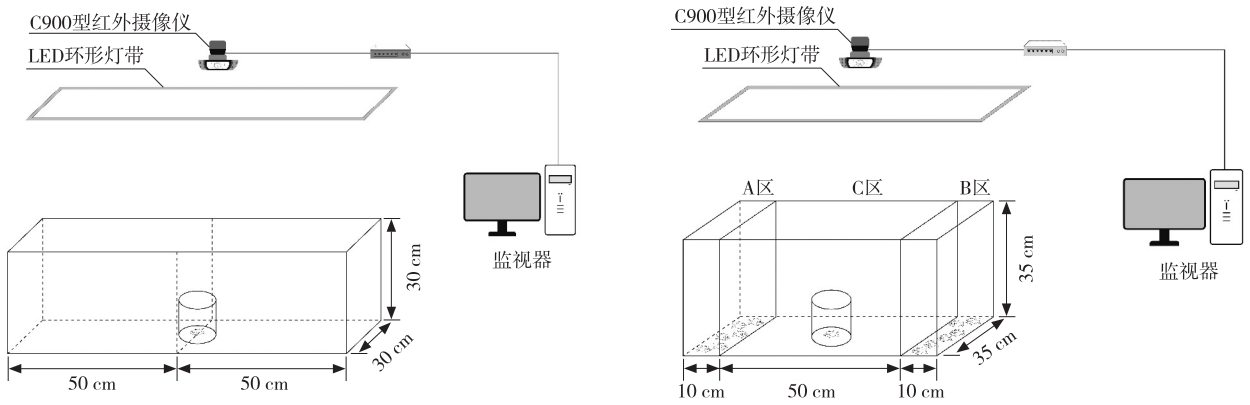


图1 淡黑镊丽鱼行为测定装置

Fig. 1 The sketch map of the *L. caeruleus* behavior measurement device

1.3.2 实验2(淡黑镊丽鱼对同种和不同颜色异种鱼群的选择偏好) 挑选鳞片完好,健康无病的4种鱼各20尾作为刺激鱼,实验时选择6尾鱼作为一组刺激鱼群,不同颜色刺激鱼群组随机放入A或B区。同时再挑选20尾淡黑镊丽鱼作为实验用鱼。实验开始时随机挑选1尾实验鱼,放入C区的适应器中,然后进行与实验1一致的后续操作。该组实验共测试20尾鱼,每尾鱼仅在同一类选择中使用1次,但在不同选择间重复使用。

1.4 数据提取与分析

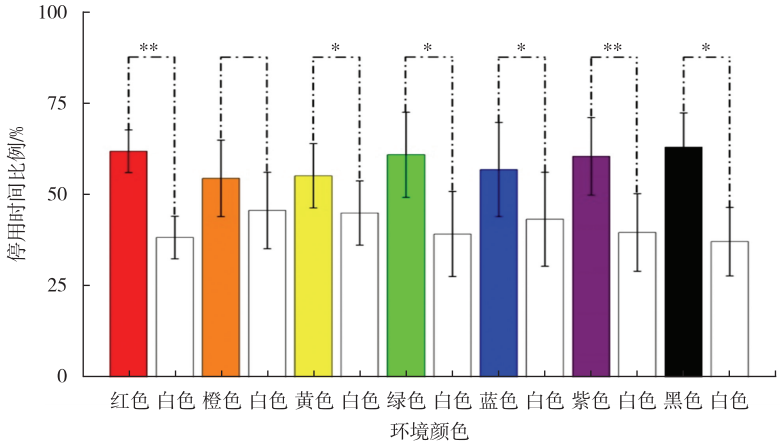
1.4.1 数据提取 1)将拍摄的行为视频导入Matlab迷宫计数软件中,对视频进行分析,提取实验鱼在不同区域的出现频率,并计算出它们在相应区域的停留时间(单位:s)。2)用"格式工厂"软件将视频由".wmv"格式转码为".avi"格式且所有视频播放速率改为15帧·s^{-1}后,导入id tracker轨迹追踪软件对视频进行分析,提取实验鱼的实时坐标,并根据实时坐标计算有关行为学参数[26]。

1.4.2 数据分析 将原始实验数据以Excel进行常规整理后,用SPSS 26.0统计软件进行统计分析。所有统计数据均以"平均值±标准误"表示,利用成对样本t检验来分析实验鱼在白色背景和各非白色背景间的停留时间比例差异、距离刺激鱼群的距离以及靠近刺激鱼群时间比例的差异,有关结果在$p<0.05$时具有统计学意义。

2 结果

2.1 对不同环境颜色的选择偏好

从图2可知,淡黑镊丽鱼在非白色背景中停留时间比例均高于在白色背景中停留时间比例,且在非白色背景中,实验鱼在黑色背景中停留时间比例最高,然后在红色、绿色、紫色、蓝色、黄色和橙色背景中停留时间比例依次降低。成对样本t检验结果显示:淡黑镊丽鱼在红色、黄色、绿色、蓝色、紫色和黑色背景与白色背景中的停留时间比例差异具有统计学意义($p<0.05$),而在橙色背景与白色背景中的停留时间比例差异不具有统计学意义。



注:*,** 分别表示组间数据差异在$p<0.05$和$p<0.001$水平具有统计学意义,下同

图2 淡黑镊丽鱼在不同环境颜色的停留时间比例

Fig. 2 The percent time of *L. caeruleus* in different environmental colors

2.2 对不同颜色异种鱼群的选择偏好

图3显示:淡黑镊丽鱼对不同颜色刺激鱼群的选择存在明显差异,实验鱼在蓝阿里鱼和白鲷、雪中红鱼和白鲷之间选择时都更倾向于选择蓝阿里鱼和雪中红鱼这类带有颜色的鱼群,这种偏

好的差异具有统计学意义（$p<0.05$）。同时，实验鱼在蓝阿里鱼和雪中红鱼之间选择时更倾向于选择雪中红鱼鱼群，这种偏好的差异也具有统计学意义（$p<0.001$）。

2.3 对同种和不同颜色异种鱼群的选择偏好

图 4 显示：作为实验鱼的淡黑镊丽鱼在同种鱼和蓝阿里鱼、同种鱼和白鲷之间选择时都更倾向于选择与自身颜色一致的鱼群，这种偏好的差异具有统计学意义（$p<0.001$）；但在同种鱼和雪中红鱼之间选择时，实验鱼靠近这两种刺激鱼群时间比例的差异无统计学意义。

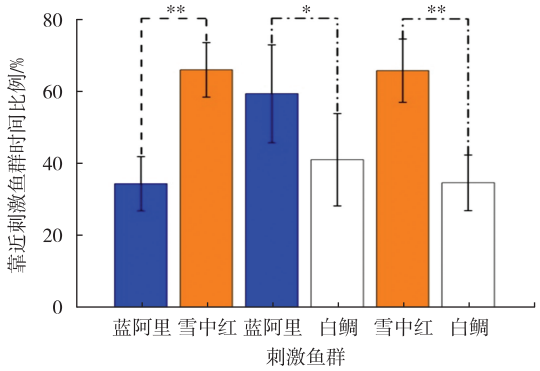


图 3　淡黑镊丽鱼对不同颜色异种鱼群的选择偏好

Fig. 3　The preference of *L. caeruleus* to hetero-species shoals with different bodycolor

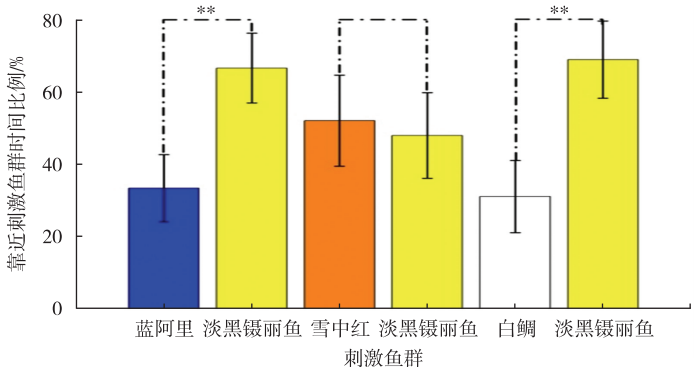


图 4　淡黑镊丽鱼对同种和不同颜色异种鱼群的选择偏好

Fig. 4　The preference of *L. caeruleus* between homo-species shoals and hetero-species shoals with different bodycolor

3 讨论

本研究中，淡黑镊丽鱼在非白色背景中停留时间比例均高于在白色背景中停留时间比例，这表明实验鱼能够辨别有色环境。这一结果应该与它的栖息地生境有关：该鱼种分布于马拉维湖几乎所有的浅层岩石生境中，而不会在水深 10 m 以下的水域活动[27]。浅层水域一般光线相对充足，有利于淡黑镊丽鱼辨别有色物体和环境，并产生明显的颜色偏好。虽然本研究中所使用的淡黑镊丽鱼为人工养殖品种，但在培育初期同样给予该鱼种类似原生境的栖息环境，且在驯化期同样配置了 12 h 光照∶12 h 黑暗的光照周期。本研究发现，实验鱼在黑色背景中停留时间比例最高，推测其中原因在于与白色背景相比，黑色背景更暗，由此吸引了实验鱼将之作为新环境下的藏身之处，从而获得了隐藏方面的优势[28]。在红色背景中停留时间比例仅次于在黑色背景中，这可能是由于该鱼种为肉食性（食虫性）鱼类，研究中投喂的食物红线虫颜色为红色，由此使它产生了对红色的偏好[25]。本研究还发现实验鱼在橙色背景中停留时间比例最低，与在白色背景中停留时间比例相比差异不具有统计学意义。然而本研究仅探讨在个体条件下实验鱼对环境颜色的偏好，因而无法准确判断实验鱼是否厌恶橙色，或是对橙色和白色无明显偏好。所以这一结果也提示研究者在个体条件下评估鱼类颜色行为偏好可能不够全面。不过有趣的是，在本研究实验 2 中可以看到实验鱼在雪中红鱼和白鲷鱼群之间选择时更倾向于选择前者，它的颜色为纯红，与白鲷的纯白颜色相比接近橙色，这可能是实验鱼通过加入与自身颜色相近的群体来保护自己，由此获得环境适合度优势[10]。有研究表明，群体生活可以为个体提供直接的生理益处，将个体鱼转移到新环境时，与单独恢复的个体鱼相比，同群体一起恢复的个体鱼皮质醇水平更低[29]。

在本研究实验 2 中，实验鱼在雪中红鱼和同种鱼之间选择时，实验鱼在靠近这两种刺激鱼群时间比例方面无统计学意义上的差异，其中原因可能与两种鱼的颜色相近而实验鱼无法区分有关。鱼类在颜色辨别上可能存在局限性[1]，虽然人们对鱼类的视觉、色觉了解越来越多，但要确切了解该鱼种的视觉色彩空间维度，还需要更多的实验来验证。不过总的来看，实验 2 结果显示：实验鱼更倾向于选择颜色不是白色的鱼群；在两个不同颜色鱼群之间选择时，如果其中不包括与自身颜色相同的鱼群，则实验鱼倾向于选择更接近自身颜色的鱼群；在相同颜色同种鱼与不同颜色异种鱼群之间选择时，实验鱼倾向于选择与自身颜色一致的同种鱼群。这一结果表明颜色表型可能是淡黑镊丽鱼在种内选择集群的重要因素，个体在选择鱼群时优先与表现出更高表型同质性的鱼群联系在一起。这种根据颜色表型来区分同伴的能力可以在许多情况下提高动物个体存活率，有助于它们找到丰富的食物、配偶和宿主，并避免有毒的猎物和捕食者[30-32]。这一结果与 Ruxton 等人[33]的研究结果基本一致，即

在自然种群中鱼群内部高度的表型同质性有利于降低被捕食的风险。

综上所述,淡黑镊丽鱼对颜色具有一定的选择偏好,并且在对同伴选择与对环境颜色的选择上基本一致,无论是在环境颜色还是在同伴间选择时,都偏好选择非白色环境或同伴,且偏好选择与自身颜色接近的同伴。

参考文献:

[1] ESCOBAR-CAMACHO D,TAYLOR M A,CHENEY K L,et al. Color discrimination thresholds in a cichlid fish:*Metriaclima benetos*[J]. Journal of Experimental Biology,2019,222(17):jeb201160.

[2] ENDLER J A. Signals,signal conditions,and the direction of evolution[J]. The American Naturalist,1992,139(s1):S125-S153.

[3] ENDLER J A,WESTCOTT D A,MADDEN J R,et al. Animal visual systems and the evolution of color patterns:sensory processing illuminates signal evolution[J]. Evolution,2005,59(8):1795-1818.

[4] LUCCHETTA P,BERNSTEIN C,THÉRY,et al. Foraging and associative learning of visual signals in a parasitic wasp[J]. Animal Cognition,2008,11(3):525-533.

[5] DUAN Q,GOODALE E,QUAN R C. Bird fruit preferences match the frequency of fruit colors in tropical Asia[J]. Scientific Reports,2014,4:5627.

[6] SCHLUESSEL V,FRICKE G,BLECKMANN H. Visual discrimination and object categorization in the cichlid *Pseudotropheus* sp.[J]. Animal Cognition,2012,15(4):525-537.

[7] ESCOBAR-CAMACHO D,MARSHALL J,CARLETON K L. Behavioral color vision in a cichlid fish:*Metriaclima benetos*[J]. Journal of Experimental Biology,2017,220(16):2887-2899.

[8] CHENEY K L,GREEN N F,VIBERT A P,et al. An Ishihara-style test of animal colour vision[J]. Journal of Experimental Biology,2019,222(1):jeb189787.

[9] 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. Effects of starvation on metabolism,personality and population of juvenile *Spinibarbus sinensis*[J]. Acta Ecologica Sinica,2019,39(3):1095-1104.

[10] PITCHER T J. Functions of shoaling behaviour in teleosts[M]//PITCHER T J. Behaviour of Teleost Fishes. 2nd edition. London:Chapman & Hall,1993.

[11] MORGAN M J,GODIN J. Antipredator benefits of schooling behaviour in a Cyprinodontidae fish,the banded killifish (*Fundulus diaphanus*)[J]. Zeitschrift für Tierpsychologie,1985,70(3):236-246.

[12] KRAUSE J,GODIN J J. Predator preferences for attacking particular prey group sizes:consequences for predator hunting success and prey predation risk[J]. Animal Behaviour,1995,50(2):465-473.

[13] THEODORAKIS C W. Size segregation and the effects of oddity on predation risk in minnow schools[J]. Animal Behaviour,1989,38(3):496-502.

[14] KRAKAUER D C. Groups confuse predators by exploiting perceptual bottlenecks:a connectionist model of the confusion effect[J]. Behavioral Ecology and Sociobiology,1995,36(6):421-429.

[15] KRAUSE J,HOARE D J,CROFT D,et al. Fish shoal composition:mechanisms and constraints[J]. Proceedings of the Royal Society B:Biological Sciences,2000,267(1456):2011-2017.

[16] ENDLER J A,DAY L B. Ornament colour selection,visual contrast and the shape of colour preference functions in great bowerbirds,*Chlamydera nuchalis*[J]. Animal Behaviour,2006,72(6):1405-1416.

[17] FORREST J,THOMSON J D. Background complexity affects colour preference in bumblebees[J]. The Science of Nature,2009,96(8):921-925.

[18] BORA D,DEKA B. Role of visual cues in host searching behaviour of *Exorista sorbillans* widemann,a parasitoid of muga silk worm,*Antheraea assama* Westwood[J]. Journal of Insect Behavior,2014,27(1):92-104.

[19] GARCIA J E,SHRESTHA M,DYER A G. Flower signal variability overwhelms receptor-noise and requires plastic color learning in bees[J]. Behavioral Ecology,2018,29(6):1286-1297.

[20] 周应祺.应用鱼类行为学[M].北京:科学出版社,2011:39-42.
ZHOU Y Q. Application of fish ethology[M]. Beijing:Science Press,2011:39-42.

[21] LI X,CHI L,TIAN H Q,et al. Colour preferences of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*)[J]. Physiology & Behavior,2016,156:64-70.

[22] FRIEDMAN M,KECK B P,DORNBURG A,et al. Molecular and fossil evidence place the origin of cichlid fishes long after Gondwanan rifting[J]. Proceedings of the Royal Society B:Biological Sciences,2013,280(1770):20131733.

[23] BROWN C, LALAND K, KRAUSE J. Fish cognition and behavior[M]. Chichester: Wiley, 2011.

[24] 付旭,崔前进,陈冰,等. 饲料脂肪水平对淡黑镊丽鱼生长及色素蓄积的影响[J]. 大连海洋大学学报,2020,35(1):56-62.
FU X, CUI Q J, CHEN B, et al. Effects of dietary lipid levels on growth and carotenoid accumulation of freshwater fish cichlid *Labidochromis caeruleus*[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2020, 35(1): 56-62.

[25] 崔培,盛叶婷,杨燕菁,等. 饲料中添加不同藻粉对非洲王子鱼生长,体色及部分生化指标的影响[J]. 大连海洋大学学报,2018,33(6):37-42.
CUI P, SHENG Y T, YANG Y J, et al. Effects of dietary algae *Dunaliella salina*, *Schizochytrium limacinum* and *Chlorella vulgaris* on growth performance, body color and partial biochemical indices of *Labidochromis caeruleus*[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2018, 33(6): 716-721.

[26] 肖玲韬,樊捷,郑宇辉,等. 体型大小和营养状况对中华倒刺鲃幼鱼群体选择偏好的影响[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版),2022,39(3):35-41.
XIAO L T, FAN J, ZHENG Y H, et al. Effect of body size and nutritional status on shoal selection preference of juvenile *Spinibabus sinensis*[J]. Journal of Chongqing Normal University (Natural Science), 2022, 39(3): 35-41.

[27] PAUERS M J, KAPFER J M, FENDOS C E, et al. Aggressive bias toward similarly coloured males in lake Malawi cichlid fishes[J]. Biology Letters, 2008, 4(2): 156-159.

[28] BRADNER J, Mc ROBERT S P. Background colouration influences body colour segregation in mollies[J]. Journal of Fish Biology, 2001, 59(3): 673-681.

[29] CULBERT B M, GILMOUR K M, BALSHINE S. Social buffering of stress in a group-living fish[J]. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2019, 286(1910): 20191626.

[30] ROY T, BHAT A. Social learning in a maze? contrasting individual performance among wild zebrafish when associated with trained and nave conspecifics[J]. Behavioural Processes, 2017, 144: 51-57.

[31] PARKER M O, GAVIRIA J, HAIGH A, et al. Discrimination reversal and attentional sets in zebrafish (*Danio rerio*)[J]. Behavioural Brain Research, 2012, 232(1): 264-268.

[32] CICCOTTO P J, MENDELSON T C. The ecological drivers of nuptial color evolution in darters (Percidae: Etheostomatinae)[J]. Evolution, 2016, 70(4): 745-756.

[33] RUXTON G D, JACKSON A L, TOSH C R, et al. Confusion of predators does not rely on specialist coordinated behavior[J]. Behavioral Ecology, 2007, 18(3): 590-596.

Animal Sciences

Preference of *Labidochromis caeruleus* for Environment and Fish Shoal with Different Color

ZHAO Haoxiang, GONG Wenao, ZHANG Jiuhong, FU Shijian

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

Abstract: [**Purposes**]To study the preference of *Labidochromis caeruleus* for different environmental colors and different bodycolor of cichlid fish shoals. [**Methods**] Experiment 1: determine the percentage of time of experimental fish stayed in different environmental colors such as red, orange, yellow, green, blue, purple, black and white. Experiment 2: determine the preference of experimental fish between combinations of fish shoal of homo-species and different body color of *Cichlidae* such as *Metriaclima estherae*, *Sciaenochromis fryeri*, and *Hindongo socolofi*. [**Findings**] 1) The residence time of experimental fish in non-white backgrounds were all higher than those in white background, with significant differences except for orange ($p<0.05$). 2) When were forced to select between cichlid fish with different bodycolor, experimental fish prefer to choose fish shoal close to their own color against shoal with other color ($p<0.05$). When were forced to select between the homo-species shoal and hetero-species shoal, experimental fish prefer to choose homo-species shoal ($p<0.05$), however, no significant preference found when under a situation of choose between homo-species shoal and hetero-species with similar body color (*M. estherae*). [**Conclusions**] *L. caeruleus* have color preferences under both environment and shoal contexts. This fish species prefer non-white backgrounds against white background in environmental color selection, whereas they prefer non-white and fish shoals close to their own bodycolor.

Keywords: *Labidochromis caeruleus*; environment color; shoal choices; shoal; preference

(责任编辑 方 兴)