

不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼存活及生长的影响

王金林,王且鲁,曾本和,周建设*

(西藏自治区农牧科学院水产科学研究所,西藏 拉萨 850002)

摘要:为研究不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼存活及生长的影响,试验采用单一饵料投喂方法,分别设置蛋黄组、冰冻轮虫组、螺旋藻粉组、鳗鱼粉组以及人工配合饲料组,共5个处理组,每组3个平行,探究5种不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼摄食率、存活率、增重率、增长率的影响。结果显示:不同开口饵料对仔鱼摄食率的影响不具有统计学意义,各组摄食率均在70%以上且差异不具有统计学意义($p>0.05$),其中配合饲料组摄食率最高,为87.5%。试验结束时,配合饲料组存活率最高,为79%;配合饲料组生长最快,全长显著高于其余试验组($p<0.05$);配合饲料组仔鱼体质量最大,为0.051 g,增重率为469%,显著高于其余试验组($p<0.05$)。研究结果表明,以存活率、增重率和增长率作为衡量指标,认为人工配合饲料(山东升索微粒子饲料)是拉萨裸裂尻仔鱼适宜的开口饵料,方便、易得,有利于拉萨裸裂尻鱼苗的规模化培育。

关键词:拉萨;裸裂尻;仔鱼;开口饵料;存活;生长

中图分类号:S961.2

文献标志码:A

Effects of Different Initial Feeding on Survival and Growth of *Schizopygopsis younghusbandi* Regan Larvae

WANG Jinlin, WANG Qielu, ZENG Benhe, ZHOU Jianshe

(Institute of Fisheries Science, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850002, China)

Abstract: In order to study the effects of different initial feeding on the feeding rate, survival rate, weight gain rate, and growth rate of *Schizopygopsis younghusbandi* Regan larvae, five initial feeding were selected, including egg yolk, frozen rotifer, spirulina powder, eel powder and artificial compound feed. The results showed that there was no significant difference in the feeding rate ($p>0.05$). The feeding rate of each group was more than 70%, and the feeding rate of compound diet group was the highest, 87.5%. At the end of the experiment, the survival rate of the compound feed group was the highest, which was 79%, and the growth rate was the fastest, and the total length was significantly higher than that of the other groups ($p<0.05$). The weight of the larvae in the compound feed group was the highest, which was 0.051g, and the weight gain rate was 469%, which was significantly higher than the other groups ($p<0.05$). The results showed that, the artificial formula feed (Shandong Shengsu micro particle feed) was the suitable feed. It was convenient and easy to get, which was conducive to the large-scale cultivation of *Schizopygopsis younghusbandi* Regan larvae.

Key Words: *Schizopygopsis younghusbandi* Regan; larvae; initial feeding; survival and growth

拉萨裸裂尻鱼(*Schizopygopsis younghusbandi* Regan),又称杨氏裸裂尻鱼、土鱼,是西藏裂腹鱼类中的主要类群,主要分布在雅鲁藏布江中上游干流水体中,为西藏特有的高原冷水性鱼类^[1]。因其种群数量可观,个体较大(体质量一般在300~500 g),肌肉中含有大量鲜味氨基酸以及人体所必需的

氨基酸^[2],是西藏主要的经济鱼类之一,具有较高的食用价值和开发前景。

多年来,由于宗教信仰和藏族人民不食鱼的习俗,西藏的渔业资源一直处于较低程度的开发状态。但随着西藏经济社会的发展,消费市场对西藏土著鱼类的需求量越来越大,部分水域出现了过度捕捞的现象;与此同时,近年来雅鲁藏布江外来物种入侵严重^[3],导致其资源量开始衰退^[4]。西藏海拔高、昼夜温差大、裂腹鱼类生长极其缓慢,其资源一旦被破坏,将很难恢复,因此,对裂腹鱼类资源的合理开发利用显得尤其迫切。开展拉萨裸裂尻的人工繁殖及苗种的规模化培育是缓解拉萨裸裂尻

收稿日期:2021-12-22

基金项目:西藏自治区自然科学基金项目(XZ202101ZR0064G)。

作者简介:王金林(1990-),男,助理研究员,主要从事水产动物健康养殖,E-mail:wangjinlin18@163.com; *为通讯作者:周建设(1985-),男,副研究员,主要从事特种经济动物养殖,E-mail:zjianshe@163.com。

需求压力及合理开发利用拉萨裸裂尻资源的有效途径之一。目前,拉萨裸裂尻鱼人工繁殖技术已经取得成功,子一代1~3龄鱼苗均有规模群体保存。但近年拉萨裂裸裂尻鱼苗培育过程中,鱼苗出苗率低,一般在30%左右,很难实现拉萨裸裂尻鱼苗种的规模化供应。目前,有关拉萨裸裂尻的研究主要集中在早期分类学、起源和演化^[5]、染色体多样性^[6]、个体生物学和群体生物学^[7]、食性^[8]、营养与生长^[9-10]、遗传多样性和种群结构^[11]、标记技术^[12]等方面,本团队研究人员前期也进行了野生拉萨裸裂尻的人工繁殖,取得了较为理想的效果^[13],为实现拉萨裸裂尻的人工繁殖打下了坚实的理论基础。但在国内外还未见对拉萨裸裂尻仔鱼适宜开口饵料的研究报道,选择适宜的开口饵料是保证仔鱼成活率,实现规模化鱼苗培育的关键。因此,本试验以提高拉萨裸裂尻仔鱼成活率为目的,开展拉萨裸裂尻仔鱼适宜的开口饵料研究,以期为实现拉萨裸裂尻鱼苗的规模化培育提供基础参考资料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用仔鱼,来源于拉萨河墨竹工卡江段野生拉萨裸裂尻鱼,经人工催产、孵化出膜、培育后肠道贯通的子一代鱼苗。试验在拉萨市雅鲁藏布江鱼类资源繁育基地完成。

1.2 试验饵料

试验所采用的开口饵料为鸡蛋黄、冰冻轮虫、螺旋藻粉、鳗鱼粉以及鱼苗专用微粒子配合饲料(山东升索)。

1.3 试验方法

采用单因子试验,共设5个处理组,分别为蛋黄组、冰冻轮虫组、螺旋藻粉组、鳗鱼粉组以及人工配合饲料组,每个组3个平行,每个平行100尾仔

鱼。选取同批次的仔鱼进行试验,试验前将仔鱼放入方形塑料盆(长40 cm×宽30 cm×高15 cm)中暂养2 d。每日8:00、16:00、24:00各投喂一次,每次投喂前吸出盆中的残饵与粪便。试验过程中每天换水三分之一,所用水源为充分曝气后的地下水,水温恒定(15℃),采用充气泵保持溶氧大于5.5 mg/L。冰冻轮虫解冻后投喂;蛋黄经100目筛网揉洗成蛋黄水,再用200目筛网清水冲洗后投喂;其余饵料直接投喂。

试验周期为30 d,分别于试验开始前和投喂后第5、10、15、20、25、30 d随机抽取10尾仔鱼测量其全长(精确至0.01 mm)以及体质量(精确至0.1 mg)。每天记录水温、溶氧、氨氮、亚硝酸及试验鱼摄食情况及死亡数量;试验结束后统计试验鱼开口摄食率、不同时间段存活率、不同时间段全长、日增全长、增长率、特定生长率。

1.4 计算公式

存活率(%)=终末尾数/初始尾数×100%

增重率(%)=(终末体质量-初始体质量)/初始体质量×100%

增长率(%)=(终末全长-初始全长)/初始全长×100%

1.5 数据处理与分析

采用SPSS 23.0统计软件中 one-way ANOVA 进行单因子方差分析,采用Duncan's 进行多重比较(p<0.05)。

2 试验结果

2.1 不同开口饵料对拉萨裸裂尻鱼仔鱼摄食率的影响

由图1可知,不同开口饵料对仔鱼摄食率的影响不具有统计学意义,各组摄食率均在70%以上,其中配合饲料组摄食率最高,为87.5%。

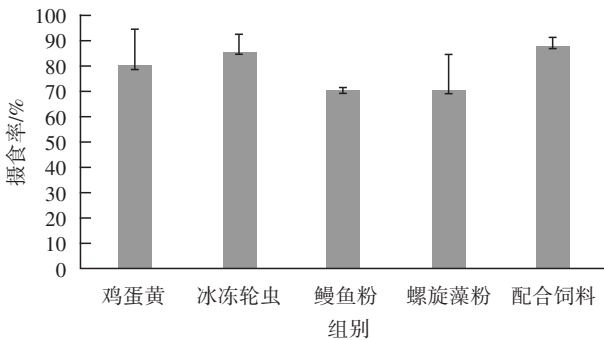


图1 不同开口饵料对拉萨裸裂尻鱼仔鱼摄食率的影响

2.2 不同开口饵料对拉萨裸裂尻鱼存活率的影响

图2显示,试验1~20 d时,不同饵料对仔鱼存活率的影响不具有统计学意义;25 d时,螺旋藻组仔鱼存活率显著低于配合饲料组($p<0.05$),而与其他组的差异不具有统计学意义;30 d时,鳗鱼粉组、螺旋藻组仔鱼存活率显著低于配合饲料组($p<0.05$),而与其他组的差异不具有统计学意义。试验结束时,配合饲料组存活率最高,为79%。

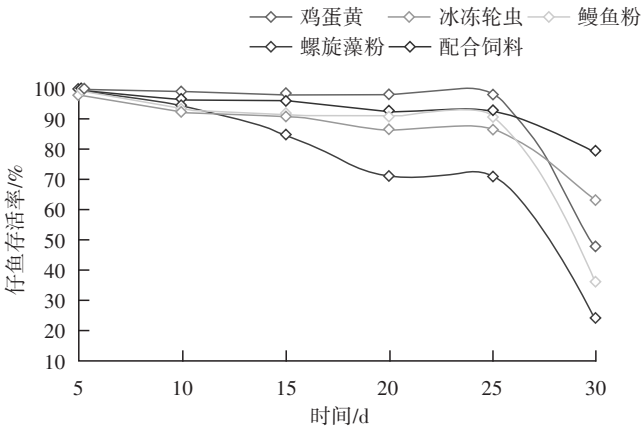


图2 不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼存活率的影响

2.3 不同开口饵料对拉萨裸裂尻鱼仔鱼全长的影响

表1显示,随着时间的增长,不同开口饵料对仔鱼全长的影响具有统计学意义。第5、10 d,各组全长差异不具有统计学意义;第15 d,鸡蛋黄、冰冻轮虫、鳗鱼粉组全长均较低,且3组之间差异不具有统计学意义,其中鳗鱼粉组仔鱼全长最低,为15.23 mm,配合饲料组全长最高,显著高于其余试验组($p<0.05$);第20、25 d各组差异情况相同,鸡蛋黄、冰冻轮虫、鳗鱼粉、螺旋藻粉组差异不具有统计学意义,配合饲料组全长最高,显著高于其余试验组($p<0.05$);第30 d,鸡蛋黄、冰冻轮虫两组之间全

长差异不具有统计学意义,显著低于鳗鱼粉、配合饲料组($p<0.05$),配合饲料组生长最快,全长显著高于其余试验组($p<0.05$)。

图3显示,第10 d开始,配合饲料组仔鱼生长快于其余试验组,直至第30 d;第15 d,冰冻轮虫组仔鱼生长快于鳗鱼粉、鸡蛋黄组,第20 d后慢于其余试验组;第20 d后,鸡蛋黄、螺旋藻粉组仔鱼生长差异不明显。综上所述,配合饲料组生长效果最好,根据全长和时间拟合回归方程,求得配合饲料组仔鱼全长(y)和时间(x)的对数函数关系式为 $y=2.6164\ln(x)+15.238(R^2=0.9605)$ 。

表1 不同开口饵料下拉萨裸裂尻鱼仔鱼全长

开口饵料	全长/mm					
	第5 d	第10 d	第15 d	第20 d	第25 d	第30 d
鸡蛋黄	15.22±0.48a	15.85±2.62a	15.40±0.21ab	17.14±1.81ab	17.85±1.12ab	17.85±0.98ab
冰冻轮虫	15.79±0.39a	15.95±0.09a	16.23±0.17ab	15.94±0.86a	16.69±0.47a	16.69±0.70a
鳗鱼粉	15.58±0.05a	15.97±0.19a	15.23±0.93a	17.68±0.41ab	17.90±2.11ab	17.90±1.01cd
螺旋藻粉	15.19±0.24a	16.44±0.40a	16.52±0.06bc	17.09±0.06ab	17.76±0.26ab	17.76±0.08bc
配合饲料	15.47±0.37a	16.84±0.04a	17.58±0.35c	19.18±0.53c	19.79±0.65c	19.79±0.40d

注:同列不同小写字母表示差异具有统计学意义($p<0.05$);同列相同小写字母表示差异不具有统计学意义($p>0.05$)。表2同。

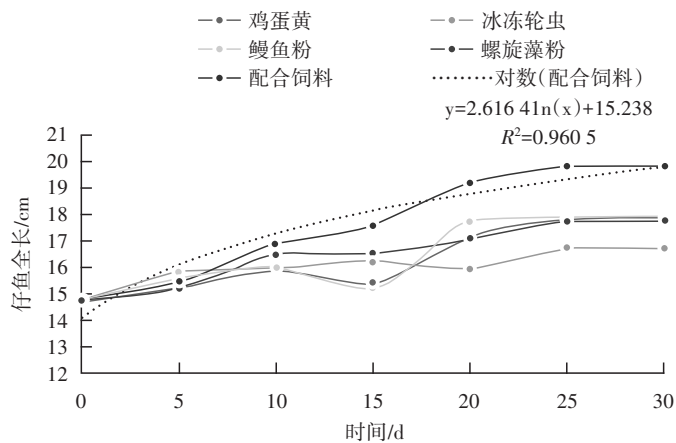


图3 不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼全长的影响

2.4 不同开口饵料对拉萨裸裂尻鱼仔鱼体质量的影响

表2显示,随着时间的变化,不同开口饵料对仔鱼体质量生长的影响具有统计学意义。第5 d, 各组体质量差异不具有统计学意义;第10、15 d, 配合饲料组显著高于其余试验组($p<0.05$);第20、25 d, 鸡蛋黄、冰冻轮虫、鳗鱼粉组体质量显著低于螺旋藻粉组($p<0.05$), 配合饲料组显著高于其余试验组($p<0.05$);第30 d, 鸡蛋黄、冰冻轮虫组仔鱼体质量显著低于鳗鱼粉、螺旋藻粉组($p<0.05$),

冰冻轮虫组仔鱼体质量最低,为0.016 g, 配合饲料组仔鱼体质量最高,为0.051 g,显著高于其余试验组($p<0.05$)。

图4显示,第10 d开始,配合饲料组仔鱼体质量一直高于其余试验组,直至第30 d。综上所述,配合饲料组对仔鱼体质量生长效果最好。根据体质量和时间拟合回归方程,求得配合饲料组仔鱼体质量(y)和时间(x)的线性函数关系式为 $y=0.007\ 1x+0.001\ 4$ ($R^2=0.991\ 3$)。

表2 不同开口饵料下拉萨裸裂尻鱼仔鱼体质量

开口饵料	体质量/g					
	第5 d	第10 d	第15 d	第20 d	第25 d	第30 d
鸡蛋黄	0.015±0a	0.017±0.002ab	0.019±0.002ab	0.021±0.001ab	0.023±0.001ab	0.022±0ab
冰冻轮虫	0.017±0.001a	0.016±0a	0.015±0.003a	0.017±0.004a	0.020±0.001a	0.016±0a
鳗鱼粉	0.018±0.003a	0.018±0.003ab	0.023±0.001bc	0.027±0.001ab	0.029±0.005ab	0.033±0.008b
螺旋藻粉	0.015±0.002a	0.017±0ab	0.018±0.001ab	0.022±0b	0.029±0b	0.033±0.002b
配合饲料	0.017±0.001a	0.022±0.002b	0.027±0.001c	0.038±0.004c	0.044±0.005c	0.051±0.005c

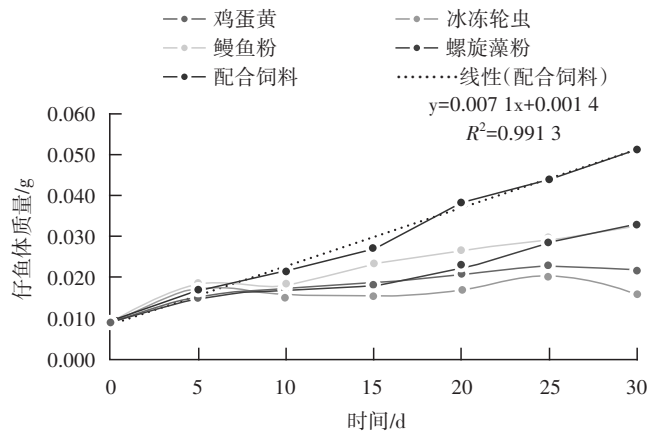


图4 不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼体质量的影响

2.5 不同开口饵料对拉萨裸裂尻鱼仔鱼增长率、增重率的影响

图5、图6显示,不同开口饵料对仔鱼增长率、增重率影响显著。冰冻轮虫组仔鱼的增长率最低,为9.85%,与鳗鱼粉、螺旋藻粉、配合饲料组的差异具有统计学意义($p<0.05$);配合饲料组增长

率最高,为41.69%,与鸡蛋黄、冰冻轮虫、螺旋藻粉组的差异具有统计学意义($p<0.05$)。冰冻轮虫组增重率最低,为75.75%,与鳗鱼粉、螺旋藻粉、配合饲料组的差异具有统计学意义($p<0.05$);配合饲料组增重率最高,为469%,与其余试验组的差异具有统计学意义($p<0.05$)。

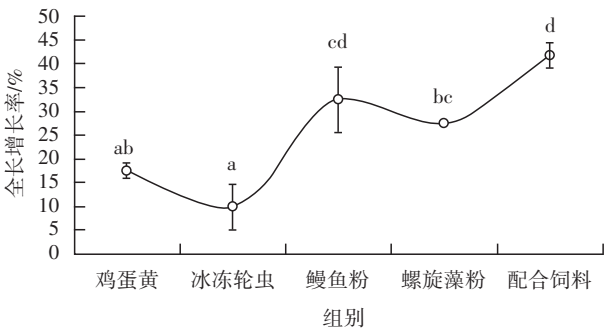


图5 不同开口饵料下拉萨裸裂尻仔鱼全长增长率变化

注:图中不同小写字母表示差异具有统计学意义($p<0.05$)。图6同。

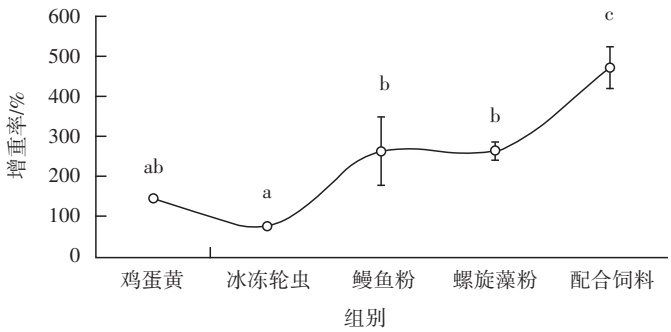


图6 不同开口饵料下拉萨裸裂尻仔鱼增重率变化

3 讨论

3.1 拉萨裸裂尻初孵仔鱼对饵料的需求

鱼类早期生活史包括卵(胚胎)、仔鱼和稚鱼3个时期。鱼类胚胎破膜后成为初孵仔鱼,初孵仔鱼生长发育的营养物质主要来源于自身未被完全吸收的卵黄囊,此阶段,仔鱼不能开口摄食获取外界营养,被称为内源性营养期。随着仔鱼的生长,卵黄囊逐渐变小,营养物质逐渐被吸收殆尽,仔鱼发育至口和肛门与外界环境相通,开始少量摄食获取营养物质,该阶段被称为“混合营养期”,是仔鱼早期生活史中的临界期。对于整个育苗过程而言,临界期内选择适宜的开口饵料,促进仔鱼成功开口摄食至关重要。适宜的开口饵料既要求营养全面,又要求颗粒大小适合仔鱼摄食^[14]。依据开口饵料的

来源不同,分为天然饵料和人工饵料,常见的天然饵料有轮虫、丰年虫、枝角类、桡足类等小型水生昆虫,常见的人工饵料则有鸡蛋黄、豆浆、人工配合饲料等。有学者曾对雅鲁藏布江149尾拉萨裸裂尻鱼肠道内含物进行分析,发现拉萨裸裂尻鱼的摄食方式为刮食型,属于杂食性鱼类。全年摄食,但繁殖期间的亲鱼停止摄食。食物组成依照相对重要性(IRI%)依次为藻类和大型无脊椎动物,其次是水生植物、小型无脊椎动物和虫卵^[8]。在此研究背景下,本试验选择鸡蛋黄、冰冻轮虫、螺旋藻粉、鳗鱼粉以及鱼苗专用微粒子配合饲料作为拉萨裸裂尻初孵仔鱼的开口饵料,探究其最适的开口饵料。Pitcher等^[15]提出最适饵料需要两方面的要求,一是要求饵料的单体能量较大,即饵料营养全面;二是要求饵料颗粒大小适中,饵料颗粒大小直接影响仔

鱼的摄食率。本次研究中,不同开口饵料对仔鱼摄食率影响不显著,各组摄食率均在70%以上且差异不具有统计学意义,说明试验所选开口饵料的颗粒大小均适合拉萨裸裂尻仔鱼,造成后期仔鱼生长及存活方面差异具有统计学意义的原因可能在于不同开口饵料的营养成分^[16]或是由于饵料造成的水体污染^[17]。

3.2 不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼生长和存活的影响探讨

本次研究中,不同开口饵料对仔鱼存活率、全长、体质量、增长率、增重率均有显著影响,表现为第10 d以后,人工配合饲料组生长最快,全长显著高于其他试验组,体质量显著高于其他试验组,增长率、增重率均显著高于其他试验组,鳗鱼粉组、螺旋藻粉组次之,冰冻轮虫组、鸡蛋黄组体长及增重最慢。与本次研究结果不同,在其他的一些报道中,研究者采用天然饵料作为开口饵料时,仔鱼在生长和成活率方面均表现出优势,如对大鳞鲃(*Barbus capito*)仔鱼^[18]开口饵料的研究中,研究者发现用小球藻培育的轮虫最适合作为大鳞鲃仔鱼的开口饵料,前期可配合使用蛋黄。对沙塘鳢(*Odontobutis obscurus*)仔鱼^[19]开口饵料的研究中,发现投喂以小球藻强化培育的轮虫作为开口饵料最为适合,其次为轮虫+小型枝角类组,蛋黄和鱼苗配合饲料不适合作为开口饵料。对西伯利亚鲟(*Acipenser baeri*)仔鱼^[20]开口饵料的研究中,发现采用卤虫无节幼体为西伯利亚鲟仔鱼开口饵料,然后采用水丝蚓进行强化培育,能获得较好的生长速度和存活率。造成这一差异的原因可能与拉萨裸裂尻仔鱼的刮食特点和不同开口饵料的营养结构有关,如我们在试验中观察到投喂鳗鱼粉、螺旋藻粉后,这些饵料几乎全部漂浮于水体表面,仅有少量仔鱼浮到水面摄食,从而影响了仔鱼生长速度和增重率。至于冰冻轮虫作为开口饵料的劣势,有报道,可能是由于冰冻轮虫个体太小,个体营养及产生的能量不足,随着仔鱼的生长发育,为了饱食需进行大量的摄食运动,造成了摄食消耗和获取能量之间的失衡,从而影响仔鱼的生长,也有可能是冰冻轮虫不能提供后期仔鱼比较全面的营养物质,从而影响体质量累积。

3.3 生产应用建议

适宜的开口饵料一般不仅要求适口性好,而且要求营养全面^[21]。在传统的养殖生产上,为促进仔

鱼开口摄食,生产者一般会利用生物粪肥等在池塘中提前培育天然开口饵料;或者利用冰冻品,如冰冻轮虫、冰冻丰年虫、熟鸡蛋黄等作为仔鱼开口饵料使用^[22]。随着水产养殖业的发展,规模化育苗的扩大,仔鱼开口饵料需求量势必增加。天然开口饵料的培育很容易受到天气变化、培养设备和技术不足等因素的影响,使其产量难以控制,且使用天然饵料在没有严格消毒杀菌的情况下极易带进致病菌造成鱼苗大量死亡^[23]。因此,在规模化育苗过程中,选择营养全面、适口的人工微粒饲料替代天然饵料,不仅方便、易得,而且能够达到降低生产成本、提高育苗效益的目的^[24]。在不同开口饵料对拉萨裸裂尻仔鱼存活及生长的影响试验中,以存活率、增重率、增长率作为衡量指标,认为人工配合饲料(山东升索微粒子饲料)是拉萨裸裂尻仔鱼适宜的开口饵料,有利于拉萨裸裂尻鱼苗的规模化培育。

参考文献:

- [1] 西藏自治区水产局. 西藏鱼类及其资源[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [2] 洛桑, 布多, 旦增, 等. 3种淡水鱼肌肉脂质的组成及营养评价[J]. 淡水渔业, 2009, 39(6): 74-76.
- [3] 陈锋, 陈毅峰. 拉萨河鱼类调查及保护[J]. 水生生物学报, 2010, 34(2): 278-285.
- [4] 李芳. 西藏尼洋河流域水生生物研究及水电工程对其影响的预测评价[D]. 西安: 西北大学, 2009.
- [5] 武云飞, 陈宜瑜. 西藏北部新第三纪的鲤科鱼类化石[J]. 古脊椎动物学报, 1980, 18(1): 15-20.
- [6] 武云飞, 康斌, 门强, 等. 西藏鱼类染色体多样性的研究[J]. 动物学研究, 1999, 20(4): 258-264.
- [7] 段友健. 拉萨裸裂尻鱼个体生物学和种群动态研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2015.
- [8] 杨学峰, 谢从新, 马宝珊, 等. 拉萨裸裂尻鱼的食性[J]. 淡水渔业, 2011, 41(4): 40-44.
- [9] 曾本和, 张怵怵, 刘海平, 等. 饲料蛋白质水平对拉萨裸裂尻鱼幼鱼生长、饲料利用、形体指标和肌肉营养成分的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 23(3): 1231-1239.
- [10] LIU H P, YE S W, LI Z J. Length - weight relationships of three schizothoracinae fish species from the Niyang River, a branch of the Yarlung Zangbo River, Tibet, China[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2016, 32(5): 982-985.
- [11] GUO S S, ZHANG G R, GUO X Z, et al. Genetic diversity and population structure of *Schizopygopsis younghusbandi* Regan in the Yarlung Tsangpo River inferred from mitochondrial DNA sequence analysis[J]. Biochemical Systematics & Ecology, 2014, 57: 141-151.
- [12] ZHU T B, GUO W, WU X B, et al. Effects of visible implant elastomer and coded wire tags on growth and survival of *Schizopy-*

- gopsis younghusbandi* Regan, 1905 [J]. Journal of Applied Ichthyology, 2016, 32(1): 110–112.
- [13] 王万良, 王建银, 周建设, 等. 野生拉萨裸裂尻的人工繁殖和苗种培育[J]. 水产科技情报, 2018, 45(2): 95–98.
- [14] 殷名称. 鱼类仔鱼期的摄食和生长[J]. 水产学报, 1995(4): 335–342.
- [15] PITCHER T J, MAGURRAN A E, WINFIELD I J. Fish in larger shoals find food faster[J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 1982, 10(2): 149–151.
- [16] 吴文化, 张秀娟, 宋 聘, 等. 不同饵料对匙吻鲟仔鱼生长发育和消化酶活性的影响[J]. 动物学杂志, 2015, 50(4): 571–580.
- [17] 吴金明, 杨焕超, 王成友, 等. 不同开口饵料对川陕哲罗鲑仔鱼生长和存活的影响[J]. 四川动物, 2015, 34(5): 752–755.
- [18] 单金峰, 吴 春, 丁辰龙. 不同开口饵料对大鳞鲃仔鱼生长性能和鱼体成分的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2016, 31(6): 630–634.
- [19] 李园园, 徐育强, 蒋骄云, 等. 不同开口饵料对河川沙塘鳢仔鱼生长和鱼体成分的影响[J]. 上海海洋大学学报, 2014, 23(6): 863–866.
- [20] 张 涛, 庄 平, 章龙珍, 等. 不同开口饵料对西伯利亚鲟仔鱼生长、存活和体成分的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(2): 358–362.
- [21] 徐忠源, 王新荣, 骆小年, 等. 不同开口饵料对鸭绿沙塘鳢仔鱼生长性能的影响[J]. 水产学杂志, 2010, 23(1): 28–31.
- [22] 隋延鸣, 庄亚润, 周 凯, 等. 轮虫、卤虫无节幼体及蝇蛆三种开口饵料对黄颡鱼仔鱼生长、存活及免疫酶活性的影响[J]. 水产学杂志, 2018, 31(2): 22–26.
- [23] 郭忠娣. 不同转食策略对胭脂鱼仔稚鱼成活率和消化系统结构功能的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2016.
- [24] 刘登攀. 日本鳗鲡人工催产时机的优化及仔鱼行为和开口饵料的研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2017.