

微囊饲料替代水蚯蚓对短须裂腹鱼仔鱼生长和存活的影响

何青松, 徐大勇, 黄志秋, 董艳珍*

(西昌学院动物科学学院, 四川 西昌 615013)

摘要:以初始体质量为 (15.5 ± 1.65) mg的7日龄短须裂腹鱼仔鱼为试验对象,用微囊饲料对水蚯蚓的不同替代水平(0%、25%、50%、75%、100%)投喂28 d,通过测定全长、体质量、特定生长率、存活率来分析微囊饲料替代水蚯蚓对短须裂腹鱼仔鱼生长存活的影响。结果表明:微囊饲料替代水蚯蚓下特定生长率由高到低依次为0%替代组 $(5.73 \pm 0.08) > 25\%$ 替代组 $(4.80 \pm 0.28) > 50\%$ 替代组 $(4.67 \pm 0.28) > 75\%$ 替代组 $(4.18 \pm 0.51) > 100\%$ 替代组 (3.13 ± 0.20) ;存活率由高到低依次为75%替代水平组 $(77.83 \pm 6.11\%) > 50\%$ 替代水平组 $(76.50 \pm 4.35\%) > 25\%$ 替代水平组 $(71.33 \pm 4.01\%) > 100\%$ 替代水平组 $(70.00 \pm 3.96\%) > 0\%$ 替代水平组 $(64.00 \pm 6.61\%)$ 。综合分析,微囊饲料部分替代水蚯蚓在短须裂腹鱼培育中是苗种可行的,并且25%~50%的替代水平可以保持较快的生长和较高的成活率。

关键词:短须裂腹鱼;仔鱼;微囊饲料;替代;水蚯蚓

中图分类号:S965.199 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)04-0012-04

Effect of Microencapsulated Feed as Substitute for Tubifex on Growth and Survival Rate of Larval *Schizothorax Wangchiachii*

HE Qingsong, XU Dayong, HUANG Zhiqiu, DONG Yanzhen*

(School of Animal Science, Xichang University, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: Seven-day-old larvae of *Schizothorax wangchiachii* with average body weight of (15.5 ± 1.65) mg were randomly divided into five treatments with tubifex's microencapsulated feed substitute at levels of 0% (0% MF), 25% (25% MF), 50% (50% MF), 75% (75% MF) and 100% (100% MF) to examine the effects of the substitute feed (MF) on the growth, survival rate of larval *Schizothorax wangchiachii* through determination of its total length, body weight, specific growth rate (SGR) and survival rate. The results showed that the descending order of specific growth rate in five different substitute levels was expressed as 0% MF $(5.73 \pm 0.08) > 25\%$ MF $(4.80 \pm 0.28) > 50\%$ MF $(4.67 \pm 0.28) > 75\%$ MF $(4.18 \pm 0.51) > 100\%$ MF (3.13 ± 0.20) and the descending order of survival rate in five different substitute levels was expressed as 75% MF $(77.83 \pm 6.11\%) > 50\%$ MF $(76.50 \pm 4.35\%) > 25\%$ MF $(71.33 \pm 4.01\%) > 100\%$ MF $(70.00 \pm 3.96\%) > 0\%$ MF $(64.00 \pm 6.61\%)$. Comprehensive analysis shows that it is feasible to partially substitute microencapsulated feed for tubifex in the breeding of *Schizothorax wangchiachii*, and 25%–50% of the substitution level can guarantee faster growth and higher survival rate.

Keywords: *Schizothorax wangchiachii*; larvae; microencapsulated feed; substitute feed; tubifex

短须裂腹鱼(*Schizothorax wangchiachii*)属鲤形目、鲤科、裂腹鱼亚科、裂腹鱼属,俗名鳊鱼、沙肚,主要分布于金沙江及其支流、雅砻江和乌江,为长江上游特有鱼类,产区主要经济鱼类之一^[1]。短须裂腹鱼含有17种脂肪酸,不饱和脂肪酸含量较高,必需氨基酸较为丰富,具有较高的营养价值,是优良养殖品种^[2]。但分布区域内水电站的大量开发和

过度捕捞造成了短须裂腹鱼资源量急剧下降,已被世界自然保护联盟(IUCN)记录为“近危”物种^[3-4]。短须裂腹鱼是四川、云南等地区水电站重要的增殖放流对象,需求量大,苗种供不应求,而其苗种来源主要靠人工繁育。在鱼类苗种培育过程中,开口饵料是影响仔鱼生长、存活的关键因子^[5]。在四川凉山地区,短须裂腹鱼在进行水泥池苗种培育时,由

收稿日期:2019-08-29

基金项目:凉山州科学技术与知识产权局项目(17NYCX0015);西昌市教育科学知识技术局项目(14JSY10);2017年国家级大学生创新创业项目(教高司函[2017]7号)。

作者简介:何青松(1992—),男,四川巴中人,硕士研究生,研究方向:渔业海洋。*通信作者:董艳珍(1977—),女,四川眉山人,副教授,硕士,研究方向:水产养殖教学与研究。

于水体中缺乏天然饵料,大多需人工投喂水蚯蚓。在前期研究中发现投喂水蚯蚓的短须裂腹鱼生长虽然较快,但存活率较低,且水蚯蚓具有批量获取不便,处理麻烦,生产成本低,产量、质量不稳定,还含有有机磷、重金属等毒害物质,存有携带病原微生物隐患等缺点^[6]。故在短须裂腹鱼苗种培育中急需找到替代水蚯蚓的开口饵料。

微囊饲料具有营养平衡,符合苗种摄食习性,良好的物理性能,包括悬浮性、扩散能力,诱食性强,易消化吸收,便于贮存等优点^[7]。自20世纪70年代起,国内外一些研究机构便开始研究开发微囊饲料,以期部分或全部替代生物饵料^[7]。赵金柱等研究过微粒饲料替代生物饵料对大黄鱼稚鱼生长、存活和消化酶活力的影响^[8]。而对于短须裂腹鱼的类似研究,还未见报道。本研究通过测定微囊饲料替代水蚯蚓下短须裂腹鱼仔鱼的全长、体质量、特定生长率、存活率来研究微囊饲料替代水蚯蚓对短须裂腹鱼生长存活的影响,探讨短须裂腹鱼苗种培育过程中微囊饲料替代水蚯蚓的可行性,为短须裂腹鱼苗种培育提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验用鱼

试验用短须裂腹鱼仔鱼为7日龄,全长(13.96±0.18) mm,体质量(15.5±1.65) mg,共3 200尾,由凉山州科华水生态工程有限公司提供。

1.2 试验饵料

水蚯蚓为西昌市里购买的野生水蚯蚓;微囊饲料为山东某渔用饲料研究中心的微粒子配合饲料,粒径为150~250 μm。微囊饲料主要营养成分见表1。

表1 微囊饲料的主要营养成分 %

粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	钙	总磷	水分	粗灰分	赖氨酸
≥50	≥20	≤2	≥1.5	≥1.5	≤12	≤16.5	≥2.2

1.3 试验方法

试验设5个组:0%替代组(100%水蚯蚓)、25%替代组(75%水蚯蚓+25%微囊饲料)、50%替代组(50%水蚯蚓+50%微囊饲料)、75%替代组(25%水蚯蚓+75%微囊饲料)和100%替代组(100%微囊饲料饵料),每组3个平行,每个平行随机放入200尾鱼。

试验期间每天投喂4次,每次投喂时间在30 min内,饱食投喂,略有剩余。水蚯蚓用2 mg/L的高锰酸钾消毒,然后用流水冲洗至无色,再用剪刀将其剪碎再投喂;微囊饲料直接投喂于水的表

面,具体投喂情况见表2。试验期间保持静水条件,水温(15±1)℃,溶氧>7 mg/L,pH7.2~7.5。每天早上投喂完30 min后换水一次,每次换水1/3。

表2 短须裂腹鱼仔鱼投喂情况表

时刻	组 别				
	0%替代组	25%替代组	50%替代组	75%替代组	100%替代组
7:00	水蚯蚓	微囊饲料	微囊饲料	微囊饲料	微囊饲料
12:00	水蚯蚓	水蚯蚓	微囊饲料	微囊饲料	微囊饲料
17:00	水蚯蚓	水蚯蚓	水蚯蚓	微囊饲料	微囊饲料
21:00	水蚯蚓	水蚯蚓	水蚯蚓	水蚯蚓	微囊饲料

试验前随机测量20尾仔鱼的全长和体质量,试验期间每周每盆随机取5尾鱼测定全长和体质量,每天记录死亡情况以统计存活率。

1.4 数据处理

试验结果数据采用WPS2019和SPSS17.0统计软件进行分析,采用单因素方差分析(One-wayANOVA)检验,显著水平设定为0.05。试验数据以平均值±标准差($\bar{x} \pm SD$)表示。采用公式(1)和(2)分别计算存活率(survival rate,SR)和特定生长率(specific growth rate,SGR)。

$$SR = (\text{存活鱼尾数} / \text{开始放养鱼尾数}) \times 100\% \quad (1)$$

$$SGR = (\ln W_t - \ln W_0) / t \times 100 \quad (2)$$

式(2)中, W_t 表示试验后第 t 天的短须裂腹鱼仔鱼体质量, W_0 表示为试验前短须裂腹鱼仔鱼体质量,单位均为mg; t 为试验时间,单位为d。

2 结果与分析

2.1 微囊饲料替代水蚯蚓对仔鱼生长的影响

2.1.1 微囊饲料替代水蚯蚓对仔鱼全长的影响

微囊饲料替代水蚯蚓对短须裂腹鱼仔鱼全长生长有一定影响(表3)。投喂7 d后,25%替代组仔鱼全长增长最快,显著高于100%替代组($P < 0.05$),其余组间仔鱼无显著差异;投喂14 d后,0%替代组、25%替代组显著高于50%替代组、75%替代组、100%替代组($P < 0.05$);投喂21 d后,100%替代组显著低于其余各处理组,且25%替代组最高;在投喂

表3 试验各组短须裂腹鱼仔鱼全长 mm

组别	时间/d				
	0	7	14	21	28
0%替代组	13.96±0.18	16.49±0.79 ^{ab}	19.26±0.75 ^c	19.32±0.99 ^b	22.74±1.03 ^c
25%替代组	13.96±0.18	16.95±0.83 ^b	19.22±0.93 ^c	19.47±1.66 ^b	20.92±1.11 ^b
50%替代组	13.96±0.18	16.58±0.43 ^{ab}	18.14±1.31 ^b	19.38±1.18 ^b	21.18±0.83 ^b
75%替代组	13.96±0.18	16.56±0.76 ^{ab}	18.26±0.90 ^b	19.05±1.40 ^b	20.56±0.79 ^b
100%替代组	13.96±0.18	16.12±0.70 ^a	17.03±0.70 ^a	17.74±1.05 ^a	18.43±0.95 ^a

注:同列肩标字母不同表示有显著差异性($P < 0.05$)。

28 d后,0%替代组显著高于其他各处理组,25%替代组、50%替代组、75%替代组间差异不显著,但显著高于0%替代组 ($P<0.05$)。

2.1.2 微囊饲料替代水蚯蚓对仔鱼体质量的影响

由表4可知,在试验前7 d,25%替代组仔鱼体质量最高,其次是50%替代组,两组显著高于其他处理组,0%替代组最低;在试验14~21 d,随着微囊饲料替代水平的提高,短须裂腹鱼仔鱼体质量呈下降趋势,0%替代组显著高于其余各处理组,25%替代组、50%替代组、75%替代组间无显著性差异,但显著性高于100%替代组;在试验28 d后,0%替代组体质量仍然最高,但25%替代组、50%替代组显著高于75%替代组、100%替代组。

表4 试验各组仔鱼体质量 mg

组别	时间/d				
	0	7	14	21	28
0%替代组	15.5±1.65	19.5±4.60 ^a	37.9±5.43 ^c	53.7±12.72 ^c	77.3±9.83 ^d
25%替代组	15.5±1.65	24.8±5.34 ^b	37.1±5.13 ^c	46.8±8.89 ^{bc}	59.7±10.25 ^c
50%替代组	15.5±1.65	21.4±4.15 ^{ab}	31.5±6.33 ^b	45.6±10.11 ^b	57.5±8.02 ^c
75%替代组	15.5±1.65	20.8±4.65 ^a	32.1±7.67 ^b	40.5±9.03 ^b	50.4±9.34 ^b
100%替代组	15.5±1.65	20.8±5.42 ^a	24.9±4.82 ^a	32.3±6.34 ^a	37.4±4.51 ^a

注: 同列肩标字母不同表示有显著差异性 ($P<0.05$)。

2.1.3 微囊饲料替代水蚯蚓对仔鱼特定生长率的影响

从微囊饲料对水蚯蚓不同的替代水平下短须裂腹鱼仔鱼体质量的特定生长率(SGR)来看,各处理组SGR都均呈先上升后下降的趋势(图1)。投喂7 d后,25%替代组SGR最高,0%替代组最低;投喂14 d后,0%替代组最高,而100%替代组显著低于其他各处理组;投喂21 d后,0%替代组、25%替代组、50%替代组显著高于75%替代组、100%替代组;试验结束时,0%替代组仍然显著高于其他各处理组,25%替代组、50%替代组组间差异不显著,但显著高于100%替代组。

2.2 微囊饲料替代水蚯蚓对仔鱼存活率的影响

由图1、表5可知:微囊饲料对水蚯蚓的不同替

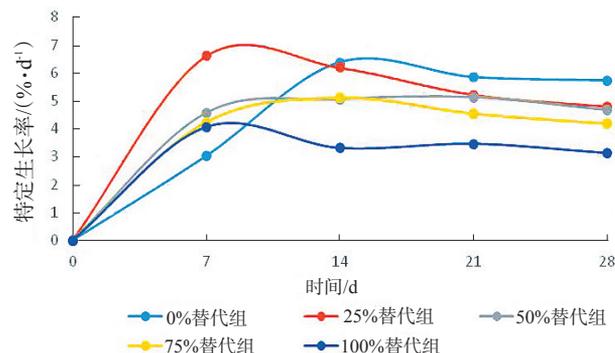


图1 试验各组短须裂腹鱼仔鱼特定生长率

代水平对短须裂腹鱼仔鱼存活率有显著影响,试验结束时(28 d),存活率由高到低依次为75%替代组>50%替代组>25%替代组>100%替代组>0%替代组,并且75%替代组、50%替代组显著高于0%替代组。

表5 试验各组仔鱼存活率 %

组别	时间/d			
	7	14	21	28
0%替代组	92.66±6.89	80.50±2.50 ^a	71.83±7.11 ^a	64.00±6.61 ^a
25%替代组	94.83±2.25	90.00±1.80 ^b	81.66±4.48 ^b	71.33±4.01 ^{ab}
50%替代组	95.33±3.68	89.33±2.75 ^b	82.66±6.80 ^b	76.50±4.35 ^b
75%替代组	95.16±2.84	87.83±4.93 ^b	83.00±6.26 ^b	77.83±6.11 ^b
100%替代组	93.16±7.18	79.16±5.13 ^a	74.33±3.01 ^{ab}	70.00±3.96 ^{ab}

3 讨论

3.1 微囊饲料替代水蚯蚓对仔鱼生长的影响

试验结束时,0%替代组的短须裂腹鱼仔鱼全长、体质量和SGR均显著高于其他组,而100%替代组显著低于其他组。这表明以水蚯蚓作为开口饵料,仔鱼的生长优于使用微囊饲料,同样的研究结果也见于四川裂腹鱼仔鱼^[9]、软刺裸裂尻仔鱼^[10]和鲟鱼杂交幼苗^[11]等。仔鱼摄食和消化能力差,消化酶分泌不足,消化系统发育不全,不能有效消化微囊饲料中的营养。微囊饲料粒径不合适,缺乏视觉或者化学引诱物质,缺乏天然生物饵料所含有的能促进食物消化的某些激素、激素调节因子或者促生长因子,缺乏天然生物饵料的游动特征^[11-12]。单投喂微囊饲料,难以满足短须裂腹鱼仔鱼生长的需要,而微囊饲料和水蚯蚓联合投喂可以弥补单投喂微囊饲料仔鱼生长速度慢、不能满足仔鱼生长需求的问题。这与黄颡鱼仔稚鱼^[13]、中华鲟仔鱼^[14]等的研究结果一致。

3.2 微囊饲料替代水蚯蚓对仔鱼存活率的影响

试验结束时,75%替代组存活率最高,50%替代组次之,二组均显著高于0%替代组,与大黄鱼仔鱼^[8]、罗非鱼^[15]、黄颡鱼仔稚鱼^[12]相同。这说明微囊饲料对水蚯蚓合理的替代水平可提高短须裂腹鱼仔鱼的存活率。水蚯蚓存在营养不全面、体内含有有机磷、重金属等毒害物质的问题,同时,投喂水蚯蚓时需要剪碎,剩余残渣极易导致水体污染,使短须裂腹鱼仔鱼存活率低。微囊饲料营养全面,弥补了水蚯蚓营养不均衡的缺陷,能为快速生长和发育的仔稚鱼提供充足的营养^[8,16,17]。

微囊饲料替代水蚯蚓对短须裂腹鱼仔鱼生长有一定影响,当微囊饲料替代25%、50%的水蚯蚓时,仔鱼特定生长率差异不显著,但显著高于75%

替代组、100%替代组。当微囊饲料替代50%、75%的水蚯蚓时,仔鱼的存活率差异不显著,但显著高于0%替代组。对生长和存活率的综合分析,微囊

饲料部分替代水蚯蚓在短须裂腹鱼培育中是可行的,并且25%~50%的替代水平效果苗种较好,能达到较快的生长速度和较高的存活率。

参考文献:

- [1] 丁瑞华.四川鱼类志[M].成都:四川科学技术出版社,1994:365-367.
- [2] 王崇,梁银铨,张宇,等.短须裂腹鱼营养成分分析与品质评价[J].水生生态学杂志,2017,38(4):96-100.
- [3] 柴毅,黄俊,朱挺兵,等.短须裂腹鱼仔稚鱼底质选择性初步研究[J].淡水渔业,2019,49(1):42-45.
- [4] 张沙龙,张家波,乔晔,等.短须裂腹鱼有氧游泳能力及其行为的实验研究[J].水生生态学杂志,2016,37(5):56-62.
- [5] 殷名称.鱼类仔鱼期的摄食和生长[J].水产学报,1991,19(4):335-342.
- [6] 朱庆国.大黄鱼仔鱼微囊饲料粒度及水中稳定性评估[J].福建农业学报,2018,33(2):114-119.
- [7] 林建斌.仔稚鱼营养与饲料[J].饲料与畜牧,2018(2):1.
- [8] 赵金柱,艾庆辉,麦康森,等.微粒饲料替代生物饵料对大黄鱼稚鱼生长、存活和消化酶活力的影响[J].水产学报,2008,32(1):91-97.
- [9] 吴兴兵,杨德国,朱永久,等.不同开口饵料对四川裂腹鱼仔鱼生长和成活率的影响[J].淡水渔业,2014,44(6):9-12+23.
- [10] 李松,李世元,夏银琼,等.不同开口饵料对软刺裸裂尻仔鱼成活率和生长的影响[J].中国水产,2016(9):91-94.
- [11] 任华,蓝泽桥,熊洲玉,等.不同饵料对鲟鱼杂交幼苗成活的影响[J].广东饲料,2012,21(3):26-28.
- [12] ORIHUELA L, MONTES M, LINARES J, et al. Effect of two novel experimental microdiet types on growth, survival, and pigmentation during the weaning period of the fine flounder, *paralichthys adspersus*, larvae[J]. Journal of the World Aquaculture Society, 2018, 49(4):770-779.
- [13] 李彩刚,邓勇辉,黄江峰,等.不同开口饵料对黄颡鱼仔稚鱼生长和成活率的影响试验[J].江西水产科技,2017(4):19-21.
- [14] 叶继丹,孙大江,曲秋芝,等.用配合饲料驯饲中华鲟仔鱼研究初报[J].水产学杂志,1998(2):17-19.
- [15] 强俊,李瑞伟,董晓慧,等.罗非鱼开口饵料的初步研究[J].广东海洋大学学报,2008,28(6):90-93.
- [16] ABI-AYAD A, KESTEMONT P. Comparison of the nutritional status of goldfish (*Carassius auratus*) larvae fed with live, mixed or dry diet[J]. Aquaculture, 1994, 128:163-176.
- [17] KANAZAWA A. Nutrition of marine fish larvae[J]. J Applied Aquac, 2003, 13:103-143.

(责任编辑:蒋召雪)