

Effects of Cladocerans on the Survival and Growth of the Larvae of Rice Field Eels

Wenzong Zhou, Quan Yuan, Weiwei Lv, Weiwei Huang, Xiaolin Sun

Institute of Eco-Environmental Protection, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai
Email: zhouwz001@163.com

Received: Dec. 20th, 2019; accepted: Mar. 13th, 2020; published: Mar. 20th, 2020

Abstract

To study the exploitation of cladocerans as a kind of opening diet of Eels larvae (*Monopterus albus*) with body length was 33.09 ± 0.72 mm and body weight was 24.35 ± 2.26 mg, cladocerans were used in the glass greenhouse for a period of 24 days in comparison with the formula feed and cooked egg yolk used in the larvae of Rice Field Eels. The results showed that the survival rate of larvae fed with cladocerans was the highest (100%), which was very significantly higher than that of egg yolk group ($P < 0.01$), but there was no significant difference between it and formula feed group ($P > 0.05$). The fastest growing of larvae also occurred in group fed with cladocerans, with an average body length of 51.02 ± 2.06 mm, average body weight of 91.10 ± 12.22 mg, which was very significantly higher than that of other treatment groups ($P < 0.01$). More preference in *D. pulex* of 20-day-old eels was observed directly during the research. This study shows that Cladocera can meet the nutritional needs of eel in 30 days of age, and has the development value as eel opening diet.

Keywords

Monopterus albus, *M. Macrocopa*, *C. Cornuta*, *D. Pulex*, Opening Diet

枝角类对黄鳝稚鱼存活及生长的影响

周文宗, 袁 泉, 吕巍巍, 黄伟伟, 孙小淋

上海市农业科学院生态环境保护研究所, 上海
Email: zhouwz001@163.com

收稿日期: 2019年12月20日; 录用日期: 2020年3月13日; 发布日期: 2020年3月20日

摘 要

与黄鳝(*Monopterus albus*)育苗中常用的配合饲料及熟蛋黄相比, 探讨枝角类作为黄鳝稚鱼(体长为 33.09 ± 0.72 mm, 体重为 24.35 ± 2.26 mg)开口饵料的可利用价值, 本研究在玻璃温室大棚中对上述3

种饵料进行了为期24天的对比观察试验。结果表明：以枝角类作为黄鳢稚鱼的开口饵料，稚鱼成活率最高(达到100%)，极显著地高于蛋黄组($P < 0.01$)，与配合饲料组的成活率无显著性差异($P > 0.05$)；枝角组黄鳢稚鱼生长速度最快，其体长为 51.02 ± 2.06 mm，体重为 91.10 ± 12.22 mg，极显著地高于蛋黄组和配合饲料组($P < 0.01$)；黄鳢稚鱼12日龄后会明显观察到其主动摄食枝角类，20日龄后更偏好于枝角类中的蚤状溞(*D. pulex*)。本研究表明枝角类能够满足黄鳢在30日龄内对营养的需求，具有作为黄鳢开口饵料的开发价值。

关键词

黄鳢，多刺裸腹溞，角突网纹溞，蚤状溞，开口饵料

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前我国黄鳢(*Monopterus albus*)人工养殖技术比较成熟，但鳢苗自然资源日益枯竭，而人工繁殖率低，导致苗种来源严重不足，制约着黄鳢产业的进一步发展[1]。黄鳢人工繁殖率低与开口饵料的选择有很大关系[2]，而有关黄鳢开口饵料的研究报道较少，因此解决鳢苗的开口饵料问题就显得十分必要。

枝角类特别是其中的蚤状溞(*D. pulex*)、多刺裸腹溞(*M. macrocopa*)和角突网纹溞(*C. cornuta*)在长江中下游地区比较普遍[3]，也是鱼类繁殖育苗中继轮虫之后亦常被选择的开口饵料[4]，如可作为河川沙塘鳢[5]、长薄鳅[6]等的开口饵料。生产中一般用水丝蚓作为黄鳢稚鱼的开口饵料，但成本比枝角类高[7]，而这些枝角类对黄鳢稚鱼生长和存活的影响还不清楚。目前，仅沈艳兵[8]和周秋白等[9]探讨过黄鳢稚鱼对水蚤(桡足类)的选择性；朱成德[10]仅提到过枝角类是黄鳢开口饵料的种类之一，但有关黄鳢稚鱼对枝角类的利用情况尚无研究性报道。为此，本试验以枝角类中的多刺裸腹溞、角突网纹溞和蚤状溞，生产中常用的黄鳢配合饲料和熟蛋黄作为黄鳢稚鱼的开口饵料，对比研究了其对黄鳢稚鱼成活及生长的影响，期望为拓展黄鳢稚鱼开口饵料的来源和降低饲料成本提供试验依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验时间和位置

试验从2013年5月17日开始到2013年6月10日结束，总计24天，试验位置为上海市农业科学院庄行综合试验站玻璃温室[11]，期间水温 $28.0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

2.2. 试验材料

试验鱼苗为人工孵化出膜约140 h的黄鳢仔鱼(卵黄囊未完全消失，为5日龄)，根据段国庆等人[12]的研究，黄鳢稚鱼期划分为卵黄囊消失至体色、斑纹与成鱼相似这段时期，因此本试验从开始投喂枝角类到试验结束为黄鳢的稚鱼阶段。选取大小一致、游动活泼的仔鱼，体长为 33.09 ± 0.72 mm，体重为 24.35 ± 2.26 mg。

试验用枝角类为蚤状溞、多刺裸腹溞何角突网纹溞，其规格分别为0.50~2.60 mm、0.40~1.25 mm和0.10~0.85 mm。枝角类培育方法与董旭峰等[3]的方法一致。

黄鳢配合饲料(蛋白质含量45%)粒径为0.85 mm左右，熟蛋黄粒径为0.17 mm左右。

2.3. 试验方法

试验设 4 个处理, 依次为 A 组(枝角类)、B 组(配合饲料)、C 组(熟蛋黄)和 D 组(饥饿对照组, 即试验期间不投喂任何饲料或者饵料), 每组设 3 个重复, 共 12 个处理单元。

试验用水为已曝气三天的自来水, 养殖箱为周转箱(40 cm × 30 cm × 20 cm), 每箱盛水 18L, 每箱投放 30 尾黄鳢仔鱼, 水体 pH 为 7.42~7.96, 每箱放 3 株水浮莲为鳢苗遮荫。

试验期间, 每天 17:00 过量投饵 1 次(以仔鱼体重 20% 左右投喂, 使每天仔鱼饱食后有剩余)。枝角类和熟蛋黄的投喂方法同相关文献[3], 前期以角突网纹溞和多刺裸腹溞为主, 后期以蚤状溞为主; 黄鳢配合饲料打成粉状后投喂。

每 3 天换水一次, 换水量为总体积的 1/3 左右, 换水温差不大于 1℃。每 6 天从各箱中随机取 5 尾稚鱼, 分别测量体长(精确到 0.01 mm)和体重(精确到 0.1 mg)。

2.4. 数据处理

数据处理采用 SPSS20.0 进行单因素方差分析, $P < 0.05$ 代表显著差异水平, $P < 0.01$ 代表极显著差异水平。

3. 结果与分析

3.1. 黄鳢对枝角类的摄食观察

试验中共有三种枝角类, 它们的大小各异, 其中角突网纹溞最小, 多刺裸腹溞次之, 而蚤状溞最大。在 6~12 日龄之间, 鳢苗附着在水浮莲的根部, 几乎观察不到鳢苗的主动摄食行为, 当小型枝角类游到其嘴部时, 偶见其张嘴摄食, 但未见对蚤状溞的摄食; 这可能是由于蚤状溞过大, 不适口造成的。但在 12 日龄之后, 发现鳢苗有主动摄食小型枝角类的行为; 而 20 日龄后, 发现鳢苗摄食时离开水浮莲, 能够对大型枝角类蚤状溞进行连续的攻击性摄食, 且更偏爱摄食蚤状溞。

3.2. 黄鳢稚鱼成活率的变化

方差分析表明, 枝角类组的黄鳢稚鱼成活率最高, 达 100%, 不同开口饵料对黄鳢稚鱼的成活率有极显著的影响(见表 1); 其次为黄鳢饲料组, 达 96.67%, 但两者无显著性差异($P > 0.05$)。蛋黄组的成活率为 88.89%, 饥饿对照组的成活率为 63.33%, 差异性分析表明, 这两组即 C 组和 D 组之间差异大($P < 0.01$), 且明显比 A、B 组低($P < 0.01$)。结果表明: 在 30 日龄内, 枝角类作为黄鳢的开口饵料, 对鳢苗的成活率效果最佳。

黄鳢稚鱼具有耐饥饿的特性, 即使完全不投喂饵料, 到 30 日龄, 仍然有 63.33% 的成活率。但是, 未摄食的稚鱼活动能力极差, 头大身细, 体形扭曲, 体色发黑; 试验结束时, 用水溞进行投喂, 未见有摄食行为。

Table 1. Survival rate, body length and body weight of 24-days-old eels at different groups

表 1. 24 天后黄鳢稚鱼的成活率、体长和体重情况

组别 Groups	处理组 Treatment groups	成活率/% Survival rate	体长/mm Body length	体重/mg Body weight
A	枝角类 Cladocerans	100.00 ± 0.00 ^{Aa}	51.02 ± 2.06 ^{Aa}	91.10 ± 12.22 ^{Aa}
B	配合饲料 Formula feed	96.67 ± 0.03 ^{Aa}	40.10 ± 2.30 ^{Bb}	36.15 ± 5.57 ^{Bb}
C	蛋黄 Cooked egg yolk	88.89 ± 0.04 ^{Bb}	38.92 ± 2.42 ^{Bb}	31.82 ± 6.13 ^{Bb}
D	饥饿 Starvation	63.33 ± 0.03 ^{Cc}	32.76 ± 1.03 ^{Cc}	14.64 ± 1.49 ^{Cc}

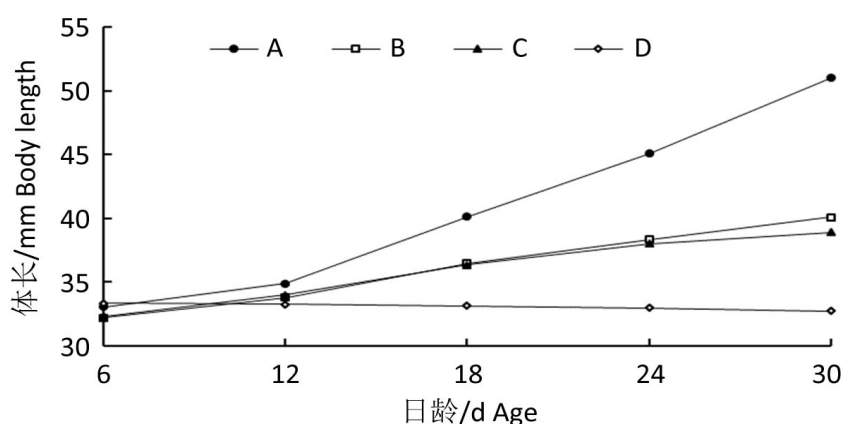
注: 同列数据肩标有不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$); 肩标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

3.3. 黄鳝稚鱼生长的变化

3.3.1. 黄鳝稚鱼体长的变化

如图 1 所示, A、B、C 三组的黄鳝稚鱼的体长均随日龄的增加而呈变大, 日增长量变化不大, 但黄鳝稚鱼其平均增长速率及终体长在三组之间差异较大。其中, A 组体长日增量最大, 其在 6~12 日龄时变化较慢, 但 12~30 日龄增长明显加快; B 组黄鳝稚鱼的体长增长速度变化不大, 而 C 组在 24 日龄之前增速变化不大, 之后增速则明显减小; 另外, 作饥饿处理的 D 组, 黄鳝体长却在缓慢缩短。

统计结果表明(表 1), 接近 30 日龄时, A 组黄鳝稚鱼的体长最大, 为 51.02 ± 2.06 mm, 极显著的高于 B 组(40.10 ± 2.30 mm), C 组(38.92 ± 2.42 mm)及 D 组(32.76 ± 1.03 mm)。其中 B 组与 C 组体长无显著性差异, 但都比 D 组高($P < 0.01$)。经回归分析, A、B、C 三组黄鳝稚鱼的体长与日龄为线性函数关系, 分别为: $L_A = 0.7674D + 27.071(R^2 = 0.9760)$; $L_B = 0.2988D + 30.899(R^2 = 0.9874)$; $L_C = 0.2470D + 31.659(R^2 = 0.9950)$ 。其中 L 为体长, D 为日龄。



注: A 组代表枝角类组; B 组代表配合饲料组; C 组代表熟蛋黄组, D 组代表饥饿对照组

Figure 1. Variation with days of average body length of eel larvae at different groups

图 1. 不同处理组黄鳝稚鱼平均体长随时间变化情况

3.3.2. 黄鳝稚鱼体重的变化

在试验期间 A、B、C 三组黄鳝稚鱼的体重都为增长趋势, 随日龄的增加而变大, 平均日增长量也随着日龄的增加而变大(图 2)。其中, 枝角类组(A 组)稚鱼体重变化最大, 尤其是在 24 日龄之后; B、C 两

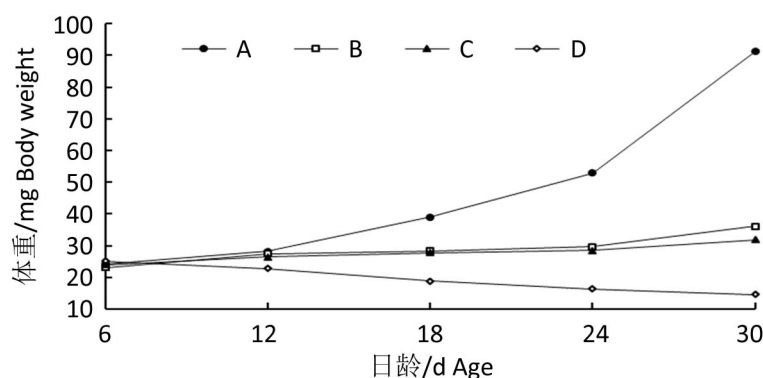


Figure 2. Variation with days of average body weight of eel larvae at different groups

图 2. 不同处理组黄鳝稚鱼平均体重随时间变化情况

组的体重增长较为缓慢；而饥饿对照组 D 组，体重随着日龄的增加而减小，在 12 日龄后减速明显加快，这是由于鳢苗卵黄囊已消失不能提供营养，为维持自身生长需要，需不断消耗自身蛋白等成分，体重一直降低，直至死亡。

统计结果表明(表 1)，试验结束时，不同处理间的体重差异与体长变化相似，以 A 组体重最高，达 91.10 ± 12.22 mg，极显著的高于 B 组(36.15 ± 5.57 mg)，C 组(31.82 ± 6.13 mg)。而 B 组与 C 组差异不显著，且都极显著的高于 D 组($P < 0.01$)。经回归分析，A、B、C 三组黄鳢稚鱼的体重与日龄为指数函数关系，分别为： $W_A = 15.813e^{(0.0549D)}$ ($R^2 = 0.9617$)、 $W_B = 21.991e^{(0.0157D)}$ ($R^2 = 0.9791$)、 $W_C = 22.471e^{(0.0109D)}$ ($R^2 = 0.9704$)。其中的 W 为体重，D 为日龄。

4. 讨论

4.1. 枝角类作为黄鳢稚鱼开口饵料的利用价值

本研究探讨了枝角类中的角突网纹溞，多刺裸腹溞和蚤状溞作为黄鳢稚鱼开口饵料对黄鳢存活及生长的影响，从黄鳢稚鱼成活率和生长结果可以初步认为以枝角类作为开口饵料不仅是可行的，且优于黄鳢配合饲料和熟蛋黄的使用，与泥鳅稚鱼有相似之处[3]。杨代勤等[13]曾调查野生黄鳢的食性发现：黄鳢的食性在全长 43 mm 以前以摄食轮虫和小型枝角类为主；全长大于 44 mm 时，以摄食水生寡毛类、摇蚊幼虫等为主。本试验进一步研究发现以枝角类作为黄鳢开口饵料较生产中常用的配合饲料和熟蛋黄而言更能显著提高黄鳢稚鱼的成活率、体长和体重；黄鳢喜欢新鲜饵料，且一旦习惯于摄食某种饵料后，就很难摄食其它的饵料[14]。因此，以容易培育的枝角类作为黄鳢稚鱼的开口饵料具有较大的开发利用价值。

4.2. 黄鳢稚鱼期的开口饵料选择

饵料大小是决定饵料是否被仔鱼喜好和选择的最主要特征[15]。本试验结果对该理论有一定的印证：20 日龄后的黄鳢稚鱼更喜摄食形态最大的蚤状溞，且生长速率要明显地快于配合饲料组和蛋黄组，说明枝角类在水体中的分布形态和大小较配合饲料和熟蛋黄而言更适于稚鱼的有效摄食。本试验黄鳢稚鱼对开口饵料的利用程度分别为枝角类大于配合饲料，大于熟蛋黄，黄鳢配合饲料可能在后期不太符合稚鱼对饵料形态的要求，进而影响了其摄食效率。与其他鱼类仔鱼相比，黄鳢具有耐饥饿的特性，即使在孵化后一个月内不投喂饵料，稚鱼成活率仍可达 63.33%，但黄鳢稚鱼饥饿的不可逆点为 16 日龄[16]。因此，在黄鳢仔稚鱼期及时进行饵料投喂可有效提高其育苗成活率。黄鳢稚鱼的最佳投喂时机在 8 日龄[16]，从对黄鳢稚鱼的摄食行为观察来看，生产中 6~12 日龄的黄鳢稚鱼应适当投喂配合饲料和熟蛋黄或水丝蚓等，12~20 日龄的黄鳢稚鱼宜投喂以角突网纹溞为主的小型枝角类，20 日龄以后的黄鳢稚鱼可充分利用以蚤状溞为主的枝角类。

基金项目

上海市农委科技兴农推广项目(农科推字(2017)第 1-5 号);上海市农业科学院卓越团队项目(农科创 2017 (A-03))。

参考文献

- [1] 鲁仲明, 甘彪, 佐耀堂. 黄鳢人工繁殖技术研究[J]. 养殖与饲料, 2011(9): 77-79.
- [2] 殷名称. 鱼类早期生活史阶段的自然死亡[J]. 水生生物学报, 1996, 20(4): 363-372.
- [3] 董旭峰, 宋祥甫, 周文宗, 等. 角突网纹溞和蚤状溞作为泥鳅开口饵料的可行性研究[J]. 淡水渔业, 2014, 44(5): 78-94.

-
- [4] 陈书华. 枝角类的培养及利用[J]. 河北渔业, 2003(4): 43-44.
- [5] 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.
- [6] 陈先均, 黄颖颖, 陈春娜. 长薄鳅开口饵料的研究[J]. 水产科技情报, 2012, 39(2): 84-86.
- [7] 卢亚芳. 枝角类在水产养殖中的营养[J]. 台湾海峡, 2001, 20(z1): 69-75.
- [8] 沈艳兵. 黄鳝仔稚鱼的食性试验研究[J]. 当代畜牧, 2013(3): 29-32.
- [9] 周秋白, 吴曰强, 朱长生, 等. 稚、幼鳝对几种饵料的适应性研究[J]. 江西水产科技, 2010(2): 17-20.
- [10] 朱成德. 仔鱼的开口摄食期及其饵料综述[J]. 水生生物学报, 1986, 10(1): 86-95.
- [11] 宋祥甫, 周昌艳, 章秀福, 等. 大宗农作物室内栽培及展示的现状与前景[J]. 上海农业学报, 2011, 27(4): 122-124.
- [12] 段国庆, 江河, 胡王, 等. 黄鳝早期发育阶段的摄食规律与生长特性[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 176-178.
- [13] 杨代勤, 陈芳, 李道霞, 等. 黄鳝食性的初步研究[J]. 水生生物学报, 1997, 21(1): 24-30.
- [14] 宋长太. 黄鳝的食性、饵料来源及投喂[J]. 饲料研究, 1998(5): 38.
- [15] 殷名称. 鱼类仔鱼期的摄食和生长[J]. 水产学报, 1995, 19(4): 335-342.
- [16] 段国庆, 江河, 胡王, 等. 黄鳝仔鱼饥饿试验与不可逆点的确定[J]. 南方农业学报, 2013, 44(6): 1036-1040.