

文章编号: 1004 - 7271(2007)02 - 0130 - 05

延迟投饵对鲃仔鱼摄食、存活和生长的影响

乔志刚^{1,2}, 常国亮^{1,2}, 张建平¹, 牛景彦¹, 王 武²

(1. 河南师范大学生命科学学院, 河南 新乡 453002;

2. 上海水产大学生命科学学院, 上海 200090)

摘要:水温 22 ~ 24 °C 时, 鲃仔鱼 3 日龄开口摄食, 初次摄食率为 18%, 最高初次摄食率出现在 5 日龄, 达 100%; 鲃仔鱼个体发育过程中存在混合营养期, 正常摄食时, 混合营养期为 2 d, 完全饥饿状态下, 仔鱼的卵黄囊至 4 日龄即完全消失; 7 ~ 8 日龄, 鲃仔鱼如不能建立外源性营养, 将很快进入饥饿不可逆 (PNR) 点; 随延迟投饵天数的增加, 仔鱼成活率明显降低, 延迟 6 d 投饵, 11 日龄仔鱼全部死亡; 完全饥饿组仔鱼, 至 10 日龄全部死亡; 仔鱼全长和湿重的增长率随延迟投饵天数的增加而下降, 完全饥饿条件下, 1 日龄至 6 日龄仔鱼全长呈正增长, 随后转为负增长; 1 日龄至 4 日龄仔鱼湿重呈正增长, 随后转为负增长。

关键词: 鲃; 仔鱼; 延迟投饵; 摄食; 存活; 生长

中图分类号: S 917 **文献标识码:** A

Effect of delayed feeding on feeding ability, survival and growth of *Silurus asotus* larvae

QIAO Zhi-gang^{1,2}, CHANG Guo-liang^{1,2}, ZHANG Jian-ping¹, NIU Jing-yan¹, WANG Wu²

(1. College of Life Science, Normal University of Henan, Xinxiang 453002, China;

2. College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: When the water temperature was 22 - 24 °C, the larvae of *Silurus asotus* of 3 days old began to feed, and initial rate was 18.00%. The highest initial feeding rates reached 100%, and appeared on the 5 days old. During ontogenesis process of *Silurus asotus* larvae, there was a mix vegetative period. Delayed 0 d to feed, the mix vegetative period was 2 d. Under the absolutely hungry condition, the mix vegetative period only lasted 1d. 7 - 8 days old, if the larvae of *Silurus asotus* couldn't get the extraneous source nutrition, the larvae quickly entered point of no return (PNR). It was 6 - 7 d for larvae to have the ability to initially feed. With the feeding time delayed, the survival rates obviously reduced. If delayed 6 d started to feed, all of larvae died 11 days old. The absolutely hungry group died 10 days old. With the feeding time delayed, the increment rates of the total length and wet weight reduced. Under the absolutely hungry condition, the larval total length of *Silurus asotus* presented the positive growth between 1 day old and 6 days old, subsequently appeared the negative growth. The larval wet weight of *Silurus asotus* presented the positive growth between 1 day old and 4 days old, subsequently appeared the negative growth.

Key words: *Silurus asotus*; larvae; delayed feeding; feeding; survival; growth

收稿日期: 2006-03-02

基金项目: 河南省自然科学基金资助 (0324030026)

作者简介: 乔志刚 (1965 -), 男, 河南淮阳人, 副教授, 博士, 主要从事鱼类增殖方面的研究。E-mail: hnsddsyy@sohu.com

通讯作者: 王 武, E-mail: wwang@shfu.edu.cn

鲇(*Silurus asotus*),属鲇科、鲇属,是我国土著经济鱼类之一,广泛分布于长江、黄河、珠江、黑龙江等水系^[1,2]。因其肉鲜刺少,肥而不腻,而深受群众所喜食。以往在池塘养殖中鲇常作为敌害被清除,但随着我国水产养殖结构的调整,鲇在池塘及其他水域中的养殖不断增多,人们对鲇生物学特性的研究也逐渐增多。近年来,宋兵等^[3]、宋昭彬等^[4]、王吉桥等^[5]对杂交鲟、南方鲇、鲤、鲢、鳙、草鱼等的仔鱼进行了饥饿研究,而有关鲇仔鱼的饥饿研究至今未见报道。本文通过延迟投饵试验,研究了饥饿对鲇仔鱼摄食、存活和生长的影响,旨在为提高鲇苗种养殖成活率提供科学依据,同时为鱼类早期生活史的研究积累理论资料。

1 材料和方法

1.1 材料

采用人工培育的鲇亲鱼,经人工催产,干法授精后,孵化所得的仔鱼进行延迟投饵试验;试验中投喂的饵料为人工培育的枝角类(*Moina* sp. & *Daphnia* sp.)和水丝蚓(*Limnodrilus* sp.)。

1.2 方法

1.2.1 延迟投饵试验

水温 22~24℃条件下,分延迟 0 d(正常)、1 d、2 d、3 d、4 d、5 d、6 d 投饵和完全饥饿 8 个组,每组设 3 个重复,采用容积为 3 000 mL 的聚乙烯塑料盆饲养仔鱼,每盆放养 100 尾。孵化 3 日龄,当仔鱼开口初次摄食时,开始进行延迟 0 d 组的投饵,以后每延迟 1 d,开始投饵一组,完全饥饿组不投饵。开口饵料均为枝角类,为避免食性转变(预试验发现鲇仔鱼在开口摄食 3 d 后,即有转食底栖生物的习性)对仔鱼成活率的影响,从投饵后的第 4 d 起(即 7 日龄),在投喂枝角类的同时,增投水丝蚓,直至试验结束。每日 8 时和 20 时各投喂一次,其中 8 时投饵前换水 1/3,换水时用虹吸法吸去脏物和死苗并计数,实验用水为曝气 48 h 的自来水。饲养至 20 日龄,计算各组仔鱼存活率。

1.2.2 PNR 的确定

在进行上述试验的同时,另取 8 个盛水 60 L 的聚乙烯塑料水槽,放入 2 500 尾的仔鱼,先进行初次摄食率的测定,然后按上述同样的延迟投饵时间进行投喂和管理。每次分别取样 20 尾,测量延迟投饵各组开始投饵及试验结束时仔鱼的全长和湿重。

试验中初次摄食率和饥饿不可逆点(Point of no return—PNR)的测定,参照殷名称^[6]及 Blaxter & Hempel^[7]的方法进行。在解剖镜下用目镜测微尺测量卵黄囊的大小,换算成实际长度后按 Alderdice 公式^[8] $(4/3 \pi \cdot (r/2)^2 \cdot R/2)$,式中 R 为卵黄囊长径,r 为短径)计算卵黄囊容量,解剖镜下完全观察不到仔鱼腹部卵黄囊存在时,视为卵黄囊消失。

2 结果

2.1 延迟投饵对鲇仔鱼初次摄食率的影响

测定不同延迟投饵时间的初次摄食率,并确定鲇仔鱼在该温度范围内的饥饿不可逆点表明:当水温 22~24℃时,鲇仔鱼在 3 日龄时开始摄食,但初次摄食率较低,为 18%;此后逐步上升,到 5 日龄达 100%;此后逐步下降,但初次摄食率的下降缓慢,9 日龄时,仔鱼初次摄食率仍达 76%,但到 10 日龄仔鱼则因饥饿全部死亡。因此,推测鲇仔鱼的 PNR 在 9~10 日龄之间,而此时距鲇仔鱼正常开食的时间仅 7~8 d。鲇仔鱼初次摄食率和饥饿不可逆点的测定结果见表 1 及图 1。

表1 饥饿鲢仔鱼初次摄食率
Tab.1 Initial feeding rates of *Silurus asotus* larval in starvation

脱膜后天数(d)	解剖仔鱼数(尾)	摄食仔鱼数(尾)	初次摄食率(%)
1	0	0	0
2	50	0	0
3	50	9	18.00
4	50	39	78.00
5	50	50	100.00
6	50	48	96.00
7	50	45	90.00
8	50	43	86.00
9	50	38	76.00
10		仔鱼因饥饿全部死亡	

2.2 延迟投饵对鲢仔鱼存活的影响

每天记录各组仔鱼死亡数量,统计每组的仔鱼死亡平均数,计算每日龄仔鱼的死亡率及20日龄试验结束时,各组仔鱼的成活率。结果如表2所示:延迟0 d(正常)投饵组与延迟1 d投饵组,20日龄时鲢仔鱼的成活率均在60%以上,以后随着开始投饵日龄的延迟,仔鱼成活率迅速下降,至20日龄时,延迟2 d、3 d、4 d、5 d投饵各组仔鱼的成活率均小于50%;延迟6 d投饵组,仔鱼发育至11日龄全部死亡;完全饥饿组,仔鱼发育至10日龄全部死亡。

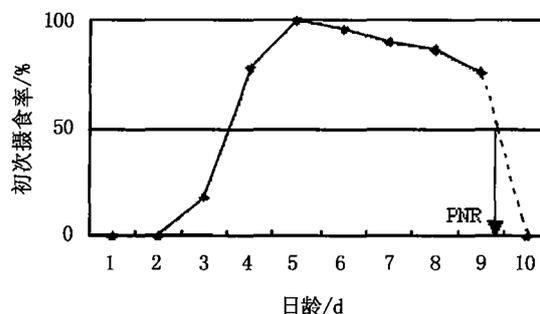


图1 鲢仔鱼初次摄食率的变化及PNR的确定

Fig.1 change in initial feeding rates and PNR determination of *Silurus asotus* larval

表2 延迟投饵对鲢仔鱼存活的影响
Tab.2 Survival of *Silurus asotus* larval in delayed feeding

延迟天数(d)	成活率(%)	各日龄仔鱼死亡率(%)																	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	67.0 ^A	0	0	1	10.3	7	6	2.7	3	2	0	0.7	0	0	0	0	0.3	0	
1	62.0	0	1	2	11	7.7	7	8	0	0	0	0	0	1	0	0.3	0	0	
2	49.3*	0	1	8.3	13	18	5	2	1.7	0	0	1	0	0	0.7	0	0	0	
3	27.3*	0	1	9	31	16.3	9	5	0.7	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	
4	12.7*	0	0.7	6	27.3	28	12	9	3	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	2.7*	0	1	4	30.7	31	18	10.3	1.7	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	1	3	29	30	19	10	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
S	0	0	1	5	31	30	16	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

注:“*”表示结果与A比较差异极显著(u检验, $P < 0.01$);
“S”为完全饥饿组。

表3 延迟投饵对鲢仔鱼生长的影响
Tab.3 Growth of *Silurus asotus* larval in delayed feeding

延迟天数		0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d
投饵初	全长(mm)	7.11 ± 0.48	8.74 ± 0.17	9.38 ± 0.53	9.49 ± 0.29	8.49 ± 0.68	7.86 ± 0.69	7.25 ± 0.54
	湿重(mg)	3.30 ± 0.47	4.10 ± 0.71	3.39 ± 0.41	3.27 ± 0.31	3.09 ± 0.34	3.07 ± 0.31	3.04 ± 0.28
20日龄	全长(mm)	36.38 ± 3.81	37.86 ± 3.89	33.18 ± 3.80*	32.06 ± 4.21**	31.80 ± 4.10**	29.84 ± 3.29**	-
	湿重(mg)	403.33 ± 110.74	428.67 ± 130.51	327.67 ± 88.89*	313.64 ± 97.47**	295.015 ± 77.8**	264.52 ± 69.31**	-

注:“*”与“**”分别表示与延迟0 d相比生长差异显著(t检验, $P < 0.05$)和极显著(t检验, $P < 0.01$);“-”表示鲢仔鱼全部死亡。

2.3 延迟投饵对鲈仔鱼生长的影响

测定 1 日龄、3 日龄(延迟 0 d 投饵组)、4 日龄(延迟 1 d 投饵组)、5 日龄(延迟 2 d 投饵组)、6 日龄(延迟 3 d 投饵组)、7 日龄(延迟 4 d 投饵组)、8 日龄(延迟 5 d 投饵组)、9 日龄(延迟 6 d 投饵组)饥饿鲈仔鱼及 20 日龄各延迟投饵组存活仔鱼的全长和湿重,结果显示:1 日龄仔鱼全长 4.91 ± 0.21 mm,湿重 2.03 ± 0.23 mg。完全饥饿条件下,3 日龄至 6 日龄仔鱼的全长呈正增长,至 7 日龄全长转为负增长;而对仔鱼的湿重,3 日龄至 4 日龄呈正增长,5 日龄后转为负增长。20 日龄时,测量各延迟投饵组存活仔鱼的全长和湿重,其生长率随延迟投饵时间的推移总体有降低的趋势。延迟投饵对仔鱼生长的影响结果见表 3。

3 分析与讨论

3.1 正常和饥饿状态下鲈仔鱼卵黄囊的吸收特性

混合营养期是仔鱼从内源性营养向外源性营养过渡的时期,此期与 Blaxter 提出的孵化期、鳃丝形成期、上游期一起被看作仔鱼早期发育过程中的“临界期”,主要标志是仔鱼的死亡率高^[9,10]。在混合营养期,仔鱼开始摄取外界食物,并不断积累摄食经验,同时仔鱼利用卵黄囊中的卵黄物质,弥补因自身摄食经验不足或环境变化等原因而造成的营养缺乏。因此,混合营养期对仔鱼的存活及生长发育至关重要。

本试验观测发现,水温 22~24 °C 时,鲈仔鱼 3 日龄开口摄食,此时仔鱼卵黄囊存在,但体积已从初孵时的 1.85 mm^3 降至 0.17 mm^3 ,其形状也从最初的椭圆形变成长柱状,表明鲈仔鱼在个体发育中存在混合营养期。从混合营养期的长短来看,摄食正常(开口即投喂)的鲈仔鱼,其混合营养期持续 2 d(仔鱼发育至 5 日龄卵黄囊完全消失),与尼罗罗非鱼、大口黑鲈、真鲷等仔鱼的混合营养期(均在 3 d 以上)^[11-13]相比,相对较短,表明鲈仔鱼完全依赖外源性营养开始的时间较早。而完全饥饿条件下,鲈仔鱼的卵黄囊仅持续 1 d(仔鱼发育至 4 日龄卵黄囊消失),笔者认为这种因饥饿而加速卵黄吸收的现象,则更有利于仔鱼从内源性营养向完全外源性营养的转变,从而增强仔鱼应对不良生态因子胁迫的能力,提高个体在种群内部竞争中的生存机率;但应该看到,仔鱼利用这种方式促使自身发育的能力是有限的,试验观察,鲈仔鱼在卵黄囊完全消失后的进一步发育,需要及时获得外界食物的支持,否则,其发育将逐渐停止,随后仔鱼即进入 PNR 期。

3.2 延迟投饵与鲈仔鱼的存活

试验表明,鲈仔鱼发育至 20 日龄时,正常投饵组和延迟 1 d 投饵组的成活率,分别为 67% 和 62%,以后随投饵时间的延迟,鲈仔鱼的成活率呈降低趋势,推迟到 5 d 开始投饵,鲈仔鱼至 20 日龄时的成活率仅为 2.7%。需要特别指出的是,饥饿过程中鲈仔鱼在抵达 PNR 的前一天(脱膜后第 8 天),尽管其初次摄食率高达 86%,但随开始投饵时间的延迟,20 日龄时鲈仔鱼的成活率却迅速下降;对鲈仔鱼群体而言,如果孵出后 9 日龄(延迟 6 d 投饵)仍不能摄取外界食物,仔鱼将丧失摄食能力而最终全部死亡。这一现象表明,仔鱼的新陈代谢水平高,其忍耐饥饿的能力低。统计分析各延迟投饵组与正常投饵组仔鱼成活率的差异,发现延迟 1 d 投饵组与正常投饵组的仔鱼成活率差异不显著,而其余各组均与正常投饵组仔鱼的成活率差异极显著,说明在鲈仔鱼开口摄食的第 1 天和第 2 天进行投饵,才能确保其养殖成活率。

另外,具体分析各延迟投饵组仔鱼的死亡情况发现,早期发育的鲈仔鱼,因饥饿导致死亡的高峰并不出现在初次摄食至卵黄耗尽期间,而是出现在 6~8 日龄鲈仔鱼食性发生转化的时期。如延迟投饵各组 and 完全饥饿组仔鱼的死亡高峰主要集中在卵黄囊消失后的 2~3 d(6~8 日龄)内,正常投饵组在卵黄囊消失后的第 2 d,鲈仔鱼的死亡率也达到 10.3%。期间正是鲈仔鱼由摄食浮游动物逐渐转向摄食底栖生物的食性转换时期,可见仔鱼死亡的原因,除与其受到的饥饿胁迫有关外,还可能与仔鱼自身生理生态的变化(如食性转换)及其它环境因子的影响有关。因此,在养殖实践中,不但要注意及时向鲈苗

提供充足的饵料,同时还要注重饵料的适口性,以适应仔鱼食性转换的需要。

3.3 延迟投饵与鲈仔鱼的生长

已有研究表明,延迟投饵会造成鱼类仔鱼生长速度下降^[14,15]。本试验发现正常(延迟0 d)投饵组的鲈仔鱼生长最快,而延迟2 d以上投饵组,鲈仔鱼的生长速度逐步下降;将各延迟投饵组仔鱼的全长和湿重与正常投饵组仔鱼的全长和湿重,用t检验进行差异性比较,结果延迟1 d投饵组与正常投饵组没有差异,延迟2 d投饵组差异显著,其余延迟投饵组则差异极显著,表明随着投饵延迟,鲈仔鱼生长受到的不良影响逐渐加深。对其全长和湿重的具体变化进行分析,可见完全饥饿状态下,鲈仔鱼的全长1日龄至6日龄,呈正增长,随后转为负增长;其湿重1日龄至4日龄呈正增长,5日龄以后即转为负增长;说明卵黄囊仔鱼的生长主要是依赖吸收卵黄维持的,卵黄耗尽而又不能及时摄取外界营养时,仔鱼将进入负生长。

众多研究表明,多种鱼类在营养不良造成体重减轻之后,只要摄入足够的食物,就会出现一个快速生长过程,一段时间后会赶上或超过正常摄食的个体,即出现“补偿生长”现象^[16,17]。人们已观察到多种鱼类具有补偿生长现象,并发现鱼类补偿生长的能力因种类、发育阶段和限食程度不同而不同。本试验表明,延迟2 d以上投饵组仔鱼已进入饥饿状态,至20日龄试验结束时,其全长、体重的生长均未超过正常(延迟0 d)和延迟1 d投饵组仔鱼的生长,说明鲈仔鱼在早期发育过程中,不存在补偿生长现象或补偿生长现象不明显,这可能与仔鱼各器官结构和功能的发育不完善相关。

3.4 鲈苗培育措施的建议

鲈仔鱼阶段的特点是混合营养期短,新陈代谢水平高,耐饥饿能力差,而且几乎没有补偿生长现象。仔鱼开口时(出膜后第3天),其口径已达1.01 mm,远大于4~5日龄开口摄食的青、草、鲢、鳙仔鱼的口径(0.22~0.29 mm)^[18],因此,鲈仔鱼的开口饵料应是小型枝角类,而非轮虫。但以往鲈苗培育中,养殖者多套用鲤科鱼类苗种的培育技术:即在池水中轮虫达到高峰期时将鲈仔鱼下塘,结果由于饵料不适宜,造成鲈仔鱼人为的延迟开食,严重影响了鲈苗种的养殖成活率。因此建议:水温22~24℃时,在确保池水中的中小型枝角类处于高峰期,鲈仔鱼3~4日龄时,将仔鱼下塘;如采取“清水下塘”,则必须人工培育或捞取中小型枝角类适时投喂。

参考文献:

- [1] 孟庆闻,苏锦祥. 鱼类分类学[M]. 北京:中国农业出版社,1995:289.
- [2] 褚新洛. 我国鲈形目鱼类的地理分布[J]. 动物学研究,1988,10(3):251-262.
- [3] 宋兵,陈立侨,高露姣,等. 延迟投饵对杂交鲟仔鱼生长、存活和体成分的影响[J]. 中国水产科学,2003,10(3):222-226.
- [4] 宋昭彬,何学福. 饥饿对南方鲈仔鱼消化系统的形态和组织学影响[J]. 水生生物学报,2000,24(2):155-160.
- [5] 王吉桥,毛连菊,姜静颖,等. 鲤、鲢、鳙、草鱼苗和鱼种饥饿致死时间的研究[J]. 大连水产学院学报,1993,8:58-65.
- [6] 殷名称. 鲢、鳙、草鱼、银鲫卵黄囊仔鱼的摄食、生长和耐饥饿能力[M]//鱼类学论文集. 北京:科学出版社,1997:69-79.
- [7] Blaxter J H S, Hemple G. The influence of eggs size on herring larvae (clupea harengus L.) [J]. J Cons Perm Int Explor Mer, 1963, 28:211-240.
- [8] Alderdice D F. Influence of salinity and cadmium on capsule strength in Pacific herring eggs [J]. Helgol Wiss Meeresunters, 1979, 32:149-162.
- [9] Blaxter J H S. Pattern and variety in development In: Fish Physiology [M]. New York, Academic Press, 1988, Vol. XIA :1-58.
- [10] 殷名称. 鱼类早期生活史研究与其进展[J]. 水产学报,1991,15(4):348-358.
- [11] 胡玫,张中英. 尼罗罗非鱼仔鱼、稚鱼和幼鱼消化系统的发育及其食性的研究[J]. 水产学报,1983,7(3):251-259.
- [12] 陆伟民. 大口黑鲈仔、稚鱼生长和食性的观察[J]. 水产学报,1994,18(4):330-334.
- [13] 鲍宝龙,苏锦祥,殷名称. 延迟投饵对真鲷、牙鲆仔鱼早期阶段摄食、存活及生长的影响[J]. 水产学报,1998,22(1):33-38.
- [14] 郭仁杰. 延迟第一次投饵时间对鳊鱼苗成长与存活之影响[J]. 养鱼世界,1993,7:60-66.
- [15] 鲍宝龙,苏锦祥,殷名称. 延迟投饵对真鲷、牙鲆仔鱼早期阶段摄食、存活及生长的影响[J]. 水产学报,1998,22(1):33-37.
- [16] 李霞,姜志强,谭晓珍,等. 饥饿和再投喂对美国红鱼消化器官组织学的影响[J]. 中国水产科学,2002,9(3):20-23.
- [17] 邓利,张波,谢小军. 南方鲈继饥饿后的恢复生长[J]. 水生生物学报,1999,23(2):167-173.
- [18] 王武. 鱼类增养殖学[M]. 北京:中国农业出版社,2000:230-246.