

文章编号:1005-8737(2000)03-0053-05

辽河鲇种群生殖调节机制研究

温海深¹, 曹克驹², 王亮³, 毛玉泽³, 张永春³

(1. 中山大学生命科学院, 广东 广州 510275; 2. 华中农业大学水产学院,
湖北 武汉 430070; 3. 哲里木畜牧学院动物科学系, 内蒙古 通辽 028042)

摘要:研究辽河流域鲇种群生殖适应性, 即个体生殖力及其调节机制、生殖过程及其适应性。结果表明: 鲇个体生殖力低于鲤科鱼类而与乌鳢和胡子鲇相近, 卵质优于鲤科鱼类; 鲇产卵期长, 有利于亲鱼充分利用产卵场和仔鱼利用饵料资源; 产卵后卵巢内有大量的卵母细胞残留是对不稳定生殖环境的适应。

关键词: 鲇; 个体生殖力; 卵质; 产卵; 生殖适应性

中图分类号: S965.128

文献标识码: A

鲇(*Silurus asotus*)隶属于鲇形目、鲇科、鲇属。广泛分布于亚洲东部地区的内陆水体中, 在我国除了新疆和西藏外, 各地的淡水水体中均有分布。鲇在鲇科鱼类中分布最广泛, 这种生态学上的可塑性使其具有优良的生殖适应性。特别是鲇作为我国天然养殖水域重点清除对象, 对其产卵群体和幼鱼不加限制的捕捞, 并没有影响其种群的稳定, 在适应各种复杂的环境(天然的和人为的)过程中, 它在生殖生物学方面形成了自己独特的生殖调节机制。近几年来, 随着特种水产养殖业的兴起, 鲇已被列为优质品种, 关于其生殖生物学^[1]、人工繁殖技术^[2,3]以及饲养技术的研究日益增多。但国内外有关其生殖调节机制方面的系统研究尚未见报道。本文以辽河鲇为研究对象, 对其个体生殖力及其适应性, 生殖过程及其适应性进行较详细的阐述, 旨在唤起全社会对这一宝贵种质资源的重视和保护性利用意识。

1 材料与方法

1.1 材料

1995~1997年, 在辽河水域(主要是西辽河段)

采集雌性鲇209尾(260~297.0 g/尾)。

1.2 测定方法

1.2.1 年龄鉴定 采用胸鳍棘和脊椎骨相结合的方法鉴定年龄, 划分5个不同的年龄组(冬龄)。

1.2.2 个体生殖力和卵质的测定 个体生殖力采用重量法^[4], 首先将卵巢称重, 在近中部取0.5 g卵巢组织, 计算其中有卵黄沉积的卵母细胞数量, 其在整个卵巢中含有的数量称为个体绝对生殖力(F), 换算成单位体长(L)和单位体重(W)的卵母细胞数量, 为个体相对生殖力(F/L , F/W)。卵质采用卵径和100粒卵重作为衡量指标^[5]; 在每尾鱼(共计99尾)卵巢中部取100粒有卵黄沉积的卵母细胞, 浸在0.6%的生理盐水中8~12 h, 使之恢复原来大小, 测量其中50粒完好的卵母细胞直径(mm)。另取100粒卵放在80%酒精中浸泡36 h后, 在82℃的烘箱中烘干8 h, 取出后立即用电子天平(Hangping, FA2004型)称重(mg)。

1.2.3 其它项目测定 每次对活体进行解剖后, 常规检查雌鱼排卵数量, 测定每尾的体长, 体重, 纯体重(W_n , 去掉性腺、肝脏和胃肠道), 性腺重(W_G), 肝重(W_L)。并计算排卵率(已排卵鱼数量/总检查鱼尾数); 性成熟系数($GSI = W_G / W_n \times 100\%$); 肝体指数($LSI = W_L / W_n \times 100\%$); 肥满度($F_n = W / L^3 \times 100\%$)。

收稿日期: 1999-06-23

基金项目: 内蒙古自然科学基金资助项目(9610E45)

作者简介: 温海深(1963-), 男, 内蒙古哲里木畜牧学院动物科学系, 讲师, 中山大学生命科学院在读博士, 从事鱼类生殖生理学研究。

2 结果

2.1 个体生殖力及其变动

测量 99 尾雌鱼, 体长(45.49 ± 7.38) cm, 体重(820.0 ± 490.0) g。个体绝对生殖力为($39\ 778 \pm$

19 294) 粒, 个体相对生殖力(F/L) 为(84.84 ± 24.08) 粒/mm、(F/W) 为(48.30 ± 12.10) 粒/g。在 1~5 龄范围内, F 随年龄增大而升高, F/W 随年龄增大而降低, F/L 随年龄增大而升高, 见表 1。

表 1 鲇不同年龄组的个体生殖力

Table 1 Individual fecundity of catfish in various age groups

项目 Item	年龄/a Age			
	2	3	4	5
绝对生殖力(F)/ $\times 10^4$ egg	2.20 ± 0.79	3.80 ± 0.66	4.29 ± 0.89	9.04 ± 2.93
相对生殖力(F/W)/(egg·g ⁻¹)	61.34 ± 10.65	65.15 ± 12.63	49.05 ± 7.13	46.23 ± 5.24
相对生殖力(F/L)/(egg·mm ⁻¹)	61.07 ± 13.71	87.88 ± 11.75	85.70 ± 12.77	139.25 ± 26.45
样本数量/ind Samples	21	41	30	7

将 99 尾鲇划分成不同的体长组和体重组, 并计算其相应的个体生殖力, 结果发现随着体长和体重

的增加, F 、 F/L 呈上升趋势, F/W 呈下降趋势, 表现出明显的规律性。见表 2 和表 3。

表 2 不同体长组鲇个体生殖力变动状况

Table 2 Individual fecundity in various body length groups

项目 Item	体长组/cm Body length									
	32~40		41~48		49~55		56~87			
	2 ⁺	3 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
绝对生殖力(F)/ $\times 10^4$ egg	1.9	3.2	3.0	3.8	3.6	4.4	4.4	6.1	5.9	9.5
平均 Mean	2.6		3.5		4.9		7.7			
相对生殖力(F/W)/(egg·g ⁻¹)	51.2	60.9	52.0	54.9	41.9	47.1	39.9	35.3	42.7	39.9
平均 Mean	56.1		49.6		40.8		41.3			
相对生殖力(F/L)/(egg·mm ⁻¹)	54.1	84.3	69.7	87.6	78.7	94.3	86.9	115.1	104.7	143.3
平均 Mean	69.2		78.7		98.8		124.0			
样本数量/ind Samples	17	3	4	35	11	3	16	1	3	6

表 3 不同体重组鲇个体生殖力变动状况

Table 3 Individual fecundity in various body weight groups

项目 Item	体重组/g Body weight							
	260~500		501~1 200		1 201~2 000		2 001~2 970	
	2 ⁺	3 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	5 ⁺
绝对生殖力(F)/×10 ⁴ egg	1.9	3.6	3.1	3.9	3.9	5.3	6.7	10.8
平均 Mean	2.8		3.6		6.0		10.8	
相对生殖力(F/W)/(egg·g ⁻¹)	51.9	77.2	50.6	53.6	41.1	39.2	38.0	39.9
平均 Mean	64.6		48.8		38.6		39.9	
相对生殖力(F/L)/(egg·mm ⁻¹)	52.4	93.9	75.1	87.6	80.3	100.6	116.8	156.1
平均 Mean	73.2		81.0		108.7		156.1	
样本数量/ind Samples	16	2	5	39	22	8	3	4

卵母细胞的发育状况可以用卵径和 100 粒卵重来衡量。实验结果表明, 卵径在各个年龄间无明显

差异, 而 100 粒卵重在 2~3 龄个体显著高于 4~5 龄个体。卵质与年龄的关系见表 4。

表 4 鲇卵径和卵重与年龄的关系

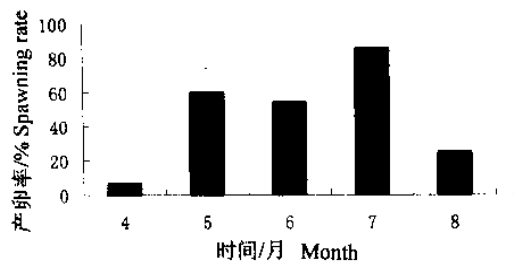
Table 4 Relationship between egg diameter and oocyte weight in catfish

项目 Item	年龄/a Age			
	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
卵径/mm Egg diameter	1.47 ± 0.08	1.52 ± 0.18	1.51 ± 0.13	1.46 ± 0.09
100 粒卵重/mg 100 Eggs weight	40.55 ± 7.46 ^a	34.62 ± 14.0 ^a	27.63 ± 12.9 ^b	23.44 ± 6.05 ^b
样本数量/ind Samples	21	41	30	7

注:表中标有相同字母的表示没有显著差异。Similar levels are identified by the same superscript.

2.2 生殖过程及其适应性

2.2.1 性成熟系数的周年变化及其与鱼体营养状况的关系 在年周期中, F_n 的季节性变化比较平稳, GSI 在 4~7 月呈逐月上升趋势, 在 7 月达到峰值, 此后开始下降, 9 月达到低谷, 之后逐月上升。LSI 的变化趋势与 GSI 恰好相反。见图 1。

图 1 鲇 GSI、LSI 和 F_n 的周年变化Fig.1 Annual changes of GSI, LSI and F_n in catfish

2.2.2 各月的排卵情况 1996 年 4~9 月, 共检查 103 尾雌鱼的排卵情况, 结果发现在 4~8 月都有排卵雌鱼, 其中以 5 月下旬至 7 月下旬的排卵率较高。见图 2。

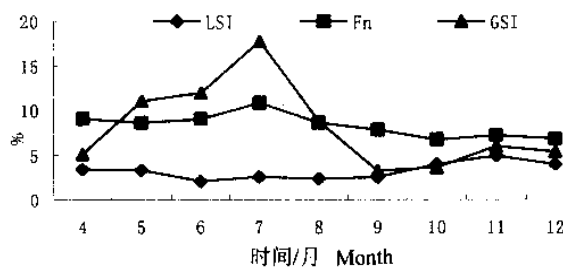


图 2 鲇各月份排卵率

Fig.2 Spawning rate of catfish in different month

3 讨论

3.1 鲇个体生殖力及其适应性调节

鱼类个体生殖力是种的适应性, 它能确保物种在相对变化较大的环境中生存下来。一般认为, 个

体生殖力越高则越能适应高的死亡率。就西辽河流域的鲇而言, 其个体绝对生殖力随年龄的加大而上升, 5 龄时达最高, 因没有采集到 5 龄以上个体, 其个体生殖力的真正峰值及其达稳定状态的年龄尚不得而知。与鲤科、鳊科、胡子鲇科鱼类相比, 鲇的 F/W 低于鲤科的团头鲂 (*Megalobrama amblycephala*)^[6], 蒙古红鲂 (*Ergthroculter mongolicus*)^[7], 而与乌鳢 (*Channa argus*)^[8], 胡子鲇 (*Clarias fuscus*) 相似^[9], 见表 5。

表 5 鲇与其它鱼类个体生殖力和卵径的比较

Table 5 Comparison of individual fecundity and egg diameter in catfish with other species

鱼类 Species	个体相对生殖力/(eggs·g ⁻¹) F/W	卵径/mm Diameter of egg
胡子鲇 <i>C. fuscus</i>	61.32~78.62 (第 1 批为 25.46~27.85)	>1.00
乌鳢 <i>C. argus</i>	20.53~74.38(第 1 批)	1.44~1.81
鲇 <i>S. asotus</i>	46.23~65.15	1.40~1.92
团头鲂 <i>M. amblycephala</i>	196.00~254.00	1.05~1.15
蒙古红鲂 <i>E. mongolicus</i>	153.88~333.66 (第 1 批为 125.30~263.60)	0.75~1.45

鲇和乌鳢、胡子鲇个体生殖力比较低的原因, 可能是这几种鱼类本身为凶猛肉食鱼类, 有些种类又有完善的护幼能力(乌鳢), 其受精卵和仔鱼被其它种类侵害的可能性较小; 凶猛鱼类处于牧食顶级, 决定它们的种群数量不可能太大, 是其生存的适应性; 产卵群体的食物保障及其波动也是造成这些鱼类个体生殖力低且年际波动大的原因之一。在西辽河的环境条件下, 鲇的饵料是虾类和野杂鱼类^[10], 而这一饵料资源不仅有限而且每年变化很大。可以认为鲇在有些年份个体生殖力降低是对饵料条件的适应性调整。从表 2 和表 3 中可以看出, 在同一体长或体重组内, 不同年龄的个体生殖力尽管有些变动, 但不存在显著性差异。这说明鲇个体生殖力的大小不

完全取决于年龄,更主要地受体长和体重的影响。已知鱼类的体长和体重的增加与环境有着密切关系,诸如水温和营养条件等。因此,有理由认为鲇个体生殖力变动的根本原因是环境条件,而不是年龄,这一研究结果与其它鱼类是相似的^[11]。同一鲇鱼种群在不同的环境中,其个体生殖力是有差别的。例如黑龙江流域的鲇,其个体生殖力约为 20 粒/g^[2],远低于辽河流域的同期种群。其主要原因是两个流域的水环境相差很大,如水温、营养和生长期长短等。

3.2 卵母细胞的质量及其适应性

鱼类种群的补充数量,在很大程度上取决于生殖群体所排出卵(精)的数量、质量和发育所要求的环境条件。卵母细胞的质量对保证受精卵的发育和仔鱼成活率有着重要的意义。卵径大小和卵母细胞干物质的多少是卵质的重要标志。辽河鲇卵径高于团头鲂和蒙古红鲂,而与乌鳢和胡子鲇相近(表 5),这个值也与斑点胡子鲇(*Clarias macrocephalus*)相似(1.49~1.59 mm)^[12]。团头鲂的 3 和 4 龄平均 100 粒卵重为 18.00 和 20.20 mg^[5],远低于辽河鲇(表 4)。因此,鲇的优良卵质是构成其个体生殖力低,但受精卵和仔鱼成活率较高的主要原因。就同一种类而言,年龄不同其卵质也会有差别,由表 4 可知,随着年龄的增大,卵径变化不明显,而 100 粒卵重在年龄间有显著差异。2 龄的极显著高于 4 和 5 龄($P < 0.01$),3 龄的显著高于 4 和 5 龄($P < 0.05$),这说明鲇较低龄个体将能量首先用于卵黄物质的积累上,这是优先保证生殖的适应,同时也确保后代有较高的成活率。应指出的是,卵质只是反映性腺发育状况的一方面,只在生殖季节表现出明显差异。GSI 更能全面地反映性腺的发育状况,它与个体生殖力的关系更为直接且有明显的季节性差异。LSI 和 F_n 作为肌肉生长的重要指标,它与 GSI 之间存在着密切的关系。由图 1 可见, F_n 的季节性变化不大,一年中保持相对平稳状态,这一点与胡子鲇相似^[9]。LSI 的变化与 GSI 相反,这说明鲇的性腺发育是发生在肌肉生长最慢的时期,这也是各种鱼类共同的生长调节机制^[11]。

3.3 鲇产卵期及其适应性

鱼类生殖过程的时间和地点的选择,可以认为是防御敌害和保障幼鱼摄食的适应性。在辽河流域中鲇的产卵期是 5 月中旬至 7 月中下旬,持续时间较长。由图 2 可见,4~8 月产卵率逐月上升,其中 5

~7 月为产卵盛期,而这个季节也正是该地区的雨季,水位上涨、水草淹没都可刺激产卵。鲇产卵期延长具有重要的生物学意义,它能确保仔鱼有较长的营养期,是充分利用有限饵料资源的适应,同时也缓解了早期发育阶段与水域中其它鱼类的饵料矛盾,这个生殖特点导致下一代同龄个体间体长和体重相差悬殊,性腺发育程度也不尽相同。因此,它们达到性成熟后产卵的具体时间也有较大差异,这可能是鲇产卵期延长的直接原因。

3.4 生物学最小型和产卵类型的适应性

鱼类开始性成熟的时间是种的特征,是各种鱼类在不同的环境条件下长期形成的适应性,它有很大的变化幅度。鱼类初次达到性成熟的最小体长称为生物学最小型。辽河鲇雌体的该值为 26.5 cm,雄鱼为 18.0 cm,性成熟年龄为 1 冬龄,而南方大口鲇(*Silurus meridionalis*)的性成熟年龄较高^[13],这是鲇确保种群数量的生殖适应。达到性成熟后,每年能产几次卵(产卵类型)是人们十分关注的问题,因为它涉及到种群的补充速度。已有研究表明,鲇为 1 次产卵类型,即卵母细胞从 IV 时相向 V 时相过渡是同步的,GSI 在 1 年中只有 1 个峰值。实验研究表明,鲇鱼 1 次产卵量很少,大多数个体在产卵结束后成熟卵母细胞残留较多,这种现象在南方大口鲇中也有记载^[14]。产过 1 次卵的鱼类能否在同一季节再次产卵这是至关重要的,目前尚无关于这方面的直接证据。不过笔者在鲇产卵中期用人工方法成功地诱导雌鱼产卵,这提示着鲇可能会根据环境条件不同而多次产卵,如果是这样,鲇的产卵类型应定为单峰多次产卵更为适合,关于这方面的研究有待于进一步探讨。因此可以认为,不同性腺发育程度的鲇在不同的时间进行产卵以及达性成熟的雌鱼分批产卵可能是生殖期延长的综合因素,这有利于仔鱼的存活。成熟卵子残留现象可能是鲇对不稳定生殖环境(如饵料来源不足,产卵基质缺乏,人为捕捞干扰等)的一种生理适应。

参考文献:

- [1] 魏刚,黄林. 鲇繁殖生物学研究[J]. 水产学报, 1997, 21(3): 225-232.
- [2] 潘伟志,郭佳祥,田丰声,等. 鲇的人工繁殖[J]. 水产学报, 1992, 16(3): 278-281.
- [3] 刘焕亮,蒲红宇,胡作文,等. 鲇鱼人工繁殖关键技术的研究[J]. 大连水产学院学报, 1998, 13(2): 1-8.
- [4] Wright R M, Shoemaker E A. The reproductive success of pike,

- Esor lucius*: aspects of fecundity, egg density and survival [J]. J Fish Biol, 1988, 33(4): 623-636.
- [5] 郭瑞莲, 曹克驹. 团头鲂雌亲鱼生物学指标与个体生殖力和卵质的关系[A]. 纪念陈桢诞辰 100 周年论文集[C]. 北京: 中国科技出版社, 1994. 312-322.
- [6] 方耀林, 余来宁, 郑卫东, 等. 淤泥湖团头鲂的形态及生殖力研究[J]. 淡水渔业, 1990, (4): 26-28.
- [7] 曹克驹, 黄学才. 丹江口水库蒙古红鲂个体生殖力及其种群利用问题的探讨[J]. 淡水渔业, 1990, (3): 13-16.
- [8] 曹克驹, 冯俊荣. 金沙河水库乌鲂个体生殖力研究[J]. 水利渔业, 1996, (1): 9-11, 14.
- [9] 潘炯华, 郑文彪. 胡子鲶形态、生殖力和性成熟系数的周年变化研究[J]. 水产学报, 1983, 7(4): 353-362.
- [10] 温海深, 王 亮, 毛玉泽, 等. 西辽河鲶生长、食性与种群资源利用[J]. 水利渔业, 1999, 19(2): 33-35.
- [11] F B 尼克里斯基. 鱼类种群变动理论[M]. 北京: 农业出版社, 1982. 62-121.
- [12] Tan-Fermin, T D Pagador R R, Chavez R C. LHRHa and pimozide-induced spawning of Asian catfish, *Clarias macrocephalus*, at different times during an annual reproductive cycle [J]. Aquaculture, 1997, 148: 323-331.
- [13] 谢小军, 何学福, 龙天澄. 南方鲶的繁殖生物学研究: 繁殖时间、产卵条件和产卵行为[J]. 水生生物学报, 1996, 20(1): 17-24.
- [14] 张耀光, 谢小军. 南方鲶的繁殖生物学研究: 性腺发育及周年变化[J]. 水生生物学报, 1996, 20(1): 8-16.

Studies on mechanism of reproductive regulation in population of catfish, *Silurus asotus*, in Liaohe River

WEN Hai-shen¹, CAO Ke-ju², WANG Liang³, MAO Yu-ze³, ZHANG Yong-chun³

(1. College of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China;

2. Huazhong Agriculture University, Wuhan 430070, China;

3. Zhelimu Animal Husbandry College, Tongliao 028042, China)

Abstract: From 1995 to 1997, 99 female samples of *Silurus asotus* were captured in Liaohe River, body weight ranging from 260 g to 2 970 g. From those samples the individual fecundity, reproductive process and adaptability were studied. The results show that the individual absolute fecundity (F) and individual relative fecundity (F/L or F/W) increase with the increase of age within 1~5 years old; and with the increase of body length (L) or body weight (W), F and F/L increase, but F/W declines. The total weight of 100 eggs at age of 2~3 years is heavier than that at age of 4~5 years. During annual cycle, the seasonal variation of their F is relatively steady; the GSI (gonad somatic index) goes up month by month during April to July, and gets to the peak in July, then goes down and to the lowest point in September, and then goes up again month by month. However, the LSI (liver - somatic index) changes contrary to GSI. The spawning period of catfish is from April to August but the higher spawning rate appears between the end of May and the end of July. Compared with other species of fishes, the F of catfish is lower than some other species of Cyprinidae but similar to Chinese snakehead (*Channel argus*) and whitespotted freshwater catfish (*Clarias fuscus*), and the eggs of catfish have better quality (egg weight and size) than carps; their spawning period lasts longer so that the spawning spots can be utilized fully by breeding fish and the diet resource can be best used by the larvae. The observation shows that there remains large of oocytes in the ovary after spawning. Maybe that is just the adaptability of *S. asotus* to the changes of environment in this river.

Key words: *Silurus asotus*; individual fecundity; egg quality; spawning; reproductive adaptability