

长江鲢、鳙、草鱼和青鱼 原种亲鱼标准与检测的研究

李思发 周碧云 吕国庆 赵金良

(农业部水产增养殖生态、生理重点开放实验室, 上海水产大学 200090)

姚德新

沈文奎

(上海市嘉定区望新水产良种场, 201800)

(上海市嘉定区水产技术推广站, 201800)

摘 要 主要报导长江原种亲鱼鲢、鳙、草鱼和青鱼的形态特征、年龄生长和繁殖特性。通过可数可量参数的测定, 年龄生长、性成熟年龄、繁殖力、成熟系数及卵比重等单项的和相对关系的研究, 讨论并提出了原种亲鱼鲢、鳙、草鱼、青鱼的标准参数, 可供原种场生产管理、原种检测及种质资源保护作为依据。

关键词 长江, 鲢, 鳙, 草鱼, 青鱼, 原种, 亲鱼, 标准, 检测

鲢、鳙、草鱼、青鱼是我国淡水水产养殖的脊梁, 其养殖产量占全国淡水养殖产量的 65% [李思发 1996]。但是长期以来, 由于亲鱼生产管理不规范, 一些养殖场从短期效益出发, 不注意科学地选择亲鱼和定期地更换亲鱼, 采用年幼体小或年老质劣的亲鱼生产鱼苗, 不仅出苗率不高, 而且直接影响成鱼产量, 而逆向选择则导致生长劣势基因得到表达, 造成这些主要养殖鱼类的经济性状严重退化 [仇潜如等 1991, 农业部水产政策研究会 1989]。为达到苗种生产的规范化和标准化, 上海市科委于 1991 年底下达了“长江水系家鱼种子库技术”的科技协作项目。现将鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼标准与检测技术的研究结果报告如下。

1 材料与方 法

1.1 样本采集

1991 年 12 月 ~ 1993 年 12 月, 在江苏省邗江县长江系“四大家鱼”原种场和上海市嘉定区望新水产良种育苗场, 采集和测定了长江鲢、鳙、草鱼、青鱼原种亲鱼和后备亲鱼样本共 1 230 尾。

1.2 样品测定

体长: 用 1.5 m 钢卷尺测量, 精确到 0.1 cm。体重: 用杆秤称量, 精确到 0.1 kg。形态学参数: 用量鱼板配合两角规测量, 精确到 0.1 cm。形态参数包括全长、体长、体高、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长及尾柄高。年龄: 取鱼体中部侧线上方 3 ~ 5 个鳞片, 在投影仪下

观察年轮,鉴定年龄。繁殖力:鲢、鳙、草鱼和青鱼因性周期较长、原种亲鱼个体数量少而且珍贵,故不采取解剖亲鱼来测定繁殖力的通用方法,改为计算人工受精条件下的产卵量来估量繁殖力。具体方法是,用杆秤称量产卵前后的体重(精确到 50 g),前后两次重量之差即为产卵重量,并用量筒量取产卵体积,换算成重量以检验称重误差;再用天平称取 1 g 卵,统计 1 g 卵的卵粒数(进行两次),由此估算产卵量。用这种方法测定繁殖力时,亲鱼须以产空者为准。

1.3 定义与公式

体长与体重关系: $W = aL^b$ 。式中, W 、 L ——体重(g)、体长(cm); a 、 b ——参数。

肥满度: $K = W/L^3 \times 100$ 。式中, K ——肥满度; W 、 L ——体重(g)、体长(cm)。

绝对繁殖力(产卵量): (产卵前体重 - 产卵后体重) \times 1 克卵的粒数。

相对繁殖力: 绝对繁殖力(粒)/体重(g)。

成熟系数: 性腺重(g)/体重(g) \times 100%。

卵比重: 样品卵粒数/样品卵重量(粒/克)。

受精率: 受精卵数/总卵数 \times 100%。

孵化率: 孵化苗数/受精卵数 \times 100%。为刚出膜、带卵黄的鱼苗。

出苗率: 出苗数/受精卵数 \times 100%。为卵黄消失、下塘过数的鱼苗。

繁殖力与年龄关系式: $Y = aX^b$ 。式中, Y ——繁殖力; X ——年龄; a 、 b ——参数。

1.4 数据处理和绘图

应用 SYSTAT[Wilkinson 1987]软件处理数据,分析结果。

2 结果

2.1 形态特征

2.1.1 可数性状

长江鲢、鳙、草鱼、青鱼亲鱼的可数性状如表 1。下咽齿数和脊椎骨数较为稳定,侧线鳞和第一鳃弓外侧鳃耙数变异较大。在鳍条方面,不分支鳍条数目比较固定,分支鳍条数目有一定变化,臀鳍分支鳍条数比背鳍分支鳍条数的变化要大些。

2.1.2 比例性状

鱼类比例性状值的大小反映了物种间的差异,如鲢的体长/头长为 3.66,鳙为 3.23;而比例性状值方差的大小则反映了个体间的差异(表 2),如草鱼全长/体长的方差为 0.02,表明这一比例性状的个体间变异较小;体长/尾柄长的方差达 1.29,表明这一比例性状的个体间变异较大。选择亲鱼时应注意体长/尾柄长这一性状。

2.2 年龄与生长

2.2.1 退算体长

长江鲢、鳙、草鱼和青鱼的退算体长如表 3~6。把实测数据同表 3 退算数据,亦即理论数据加以对照,可以评估亲鱼以往的生长情况。不过要注意的是,在同一龄组里,按雌性群体、

雄性群体和雌性混合群体退算的体长结果是不一样的。

表 1 长江鲢、鳙、草鱼和青鱼亲鱼的可数性状(均值 ± 标准差)

Table 1 Measurable characters of brooders of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp from the Yangtze River(mean ± SD)

性 状	鲢	鳙	草鱼	青鱼
背鳍 不分支鳍条数	3	3	3	3
分支鳍条数	7.01 ± 0.01	7.00 ± 0.00	6.99 ± 0.17	7.00 ± 0.00
臀鳍 不分支鳍条数	3	3	3	3
分支鳍条数	12.62 ± 0.67	12.33 ± 0.65	7.92 ± 0.28	8.02 ± 0.20
第一鳃弓外侧鳃耙数		217-293	15-24	16-22
侧线鳞	110.51 ± 3.94	99.58 ± 5.91	40.60 ± 1.69	42.74 ± 0.75
下咽齿	4-4	4-4	2.4-4.2	4-5
脊椎骨	40.95 ± 0.76	40.10 ± 0.76	43.48 ± 1.44	40.96 ± 0.88

表 2 长江鲢、鳙、草鱼和青鱼亲鱼的比例性状(均值 ± 标准差)

Table 2 Meristic characters of brooders of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp from the Yangtze River(mean ± SD)

性 状	鲢	鳙	草鱼	青鱼
全长/体长	1.15 ± 0.02	1.14 ± 0.03	1.14 ± 0.02	1.15 ± 0.04
体长/体高	3.29 ± 0.20	3.40 ± 0.33	4.30 ± 0.35	4.27 ± 0.28
体长/头长	3.66 ± 0.22	3.23 ± 0.23	4.44 ± 0.28	4.39 ± 0.24
头长/吻长	3.21 ± 0.32	2.63 ± 0.28	2.81 ± 0.27	3.84 ± 0.48
头长/眼径	10.16 ± 1.08	12.02 ± 1.67	9.34 ± 1.23	7.14 ± 0.71
头长/眼间距	1.96 ± 0.21	1.94 ± 0.27	1.80 ± 0.17	2.37 ± 0.21
体长/尾柄长	8.15 ± 0.78	7.29 ± 1.13	7.26 ± 1.29	7.66 ± 0.76
尾柄长/尾柄高	1.16 ± 0.09	1.32 ± 0.25	1.24 ± 0.28	1.10 ± 0.09

表 3 长江原种鲢不同性别各龄组鱼的实测体长、体重与退算体长

Table 3 Observed length, weight, and back-calculated length of silver carp originated from the Yangtze River by sex and age groups

性别	龄组	样本数 (尾)	实测体长范围 (cm)	实测体重范围 (g)	退算体长								
					L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
♂	1*	44	31.9~52.6	495~2400	22.8								
	2*	10	45.5~61.2	1715~4450	20.4	39.7							
	3*	17	45.7~67.0	1920~6800	23.0	36.7	46.6						
	4*	22	54.0~74.5	4400~7500	19.0	35.5	48.8	59.0					
	5*	7	63.5~79.2	4700~9500	20.5	35.4	46.0	56.3	63.8				
	6*	1	77.0	9500	16.6	33.6	44.8	56.8	65.4	73.7			
			均 值			20.4	36.2	46.5	57.4	64.6	73.7		
♀	1*	42	30.3~53.5	500~2800	21.2								
	2*	23	38.3~62.7	900~4250	19.1	35.0							
	3*	32	54.0~68.5	3000~6800	24.2	40.2	52.2						
	4*	22	53.3~76.0	2500~9500	16.3	33.6	48.7	60.3					
	5*	22	66.5~84.0	6500~12500	15.8	30.1	44.4	56.0	66.5				
	6*	3	81.0~91.0	11000~12500	20.1	36.7	52.9	62.4	71.6	78.2			
			均 值			19.5	35.1	49.5	59.6	69.0	78.2		
♀+♂	1*	102	30.3~53.5	495~2800	22.4								
	2*	45	38.3~62.7	900~4450	20.9	37.1							
	3*	53	45.7~73.4	1500~6800	23.9	39.0	50.3						
	4*	46	53.3~81.7	2500~9500	18.1	35.0	49.1	59.9					
	5*	29	63.5~84.0	4700~12500	17.0	31.5	44.8	56.2	65.9				
	6*	3	77.0~82.5	9500~12500	18.2	34.1	50.4	60.1	68.4	74.1			
			均 值			20.1	35.3	48.7	58.7	67.2	74.1		

表 4 长江原种鳊不同性别各龄组鱼的实测体长、体重与推算体长
Table 4 Observed length, weight, and back-calculated length of bighead carp originated from the Yangtze River by sex and age groups

性别	龄组	样本数 (尾)	实测体长范围 (cm)	实测体重范围 (g)	推算体长									
					L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8		
♂	1+	24	29.1~57.0	600~3550	18.6									
	2+	12	44.8~60.0	1650~4200	15.2	34.9								
	3+	5	54.4~79.0	2700~8500	20.2	40.6	58.1							
	4+	4	74.0~77.0	9000~11500	17.4	43.2	56.3	67.7						
	5+	5	71.0~88.6	6750~11500	19.1	35.7	51.3	63.8	75.7					
	6+	6	83.0~104.6	11250~15500	20.2	38.7	53.0	66.9	75.6	86.3				
	7+	4	81.5~89.0	11750~15000	14.2	29.3	42.8	56.9	69.2	76.1	83.8			
				均值		17.9	37.1	52.3	63.8	73.4	81.2	83.8		
♀	1+	59	30.0~63.5	600~3300	17.6									
	2+	30	43.2~67.0	1550~4700	19.2	37.9								
	3+	10	52.3~75.0	2700~8300	18.6	36.6	52.3							
	4+	12	65.1~89.0	5500~15000	17.3	36.2	57.9	72.8						
	5+	11	74.5~92.0	8250~15500	19.2	38.2	52.1	64.7	76.0					
	6+	20	77.0~102.0	9000~22500	18.5	34.7	47.7	61.3	75.0	84.9				
	7+	12	85.0~96.0	11200~23500	15.6	29.2	42.4	54.9	66.9	76.3	84.0			
	8+	9	92.0~119.5	15600~21400	15.8	30.5	43.8	56.3	66.5	77.7	87.7	95.6		
			均值		17.7	34.8	49.4	62.0	70.8	79.7	85.9	95.6		
♂ + ♀	1+	102	26.5~63.5	350~3550	19.0									
	2+	52	42.0~67.0	1375~4700	18.3	36.5								
	3+	15	52.3~79.0	2700~8500	19.1	38.0	54.3							
	4+	30	62.3~85.0	4000~9000	24.4	39.9	55.3	68.1						
	5+	16	71.0~92.0	6750~15500	19.2	37.4	51.9	64.4	75.9					
	6+	26	73.5~104.6	9000~22500	19.2	34.9	48.3	61.5	74.6	84.2				
	7+	16	81.5~96.0	11200~23500	15.2	29.3	42.6	55.5	66.9	76.3	84.1			
	8+	9	82.0~109.5	15600~21400	15.3	29.5	42.3	54.4	64.3	75.2	84.8	92.4		
			均值		18.6	35.1	49.1	60.8	70.4	78.6	84.5	92.4		

表 5 长江原种草鱼不同性别各龄组鱼的实测体长、体重与推算体长
Table 5 Observed length, weight, and back-calculated length of grass carp originated from the Yangtze River by sex and age groups

性别	龄组	样本数 (尾)	实测体长范围 (cm)	实测体重范围 (g)	推算体长									
					L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8		
♂	1+	17	32.9~57.8	600~3150	27.4									
	2+	12	41.0~69.0	1500~4000	24.3	43.6								
	3+	14	39.5~73.0	1000~5000	24.7	42.8	56.8							
	4+	15	65.9~85.0	4000~8000	25.8	39.3	54.8	68.5						
	5+	5	67.2~91.3	4250~10700	27.8	41.8	54.1	64.7	73.6					
	6+	12	78.0~87.0	8600~11250	19.5	35.8	49.2	62.4	73.7	80.5				
	7+	10	75.0~89.0	9000~13000	21.2	36.3	51.7	63.0	70.9	77.5	83.2			
	8+	4	88.0~90.0	10500~12500	20.9	36.8	50.5	63.0	70.8	77.2	82.2	86.9		
			均值		23.9	39.5	52.8	64.3	72.3	78.4	82.7	87.0		
♀	1+	21	29.2~59.7	475~3400	26.8									
	2+	13	40.0~62.8	1400~3650	23.7	45.2								
	3+	17	54.2~71.2	3050~6300	25.9	45.9	59.8							
	4+	15	62.3~83.5	4000~9000	23.0	40.5	55.9	67.8						
	5+	5	68.5~89.0	6450~10300	22.7	38.6	50.5	61.6	70.9					
	6+	13	74.0~93.5	7250~12750	18.9	34.1	49.5	62.7	71.8	79.0				
	7+	19	85.5~96.0	11000~15500	19.8	35.4	51.5	63.6	73.7	82.0	88.2			
	8+	11	87.5~98.0	12000~15250	16.7	28.8	41.6	53.6	64.3	73.0	82.6	89.7		
			均值		22.2	38.4	51.5	61.9	70.2	78.0	85.4	89.7		
♂ + ♀	1+	64	28.0~59.7	325~3400	26.7									
	2+	42	40.0~69.0	975~4000	24.8	42.8								
	3+	31	51.8~73.0	2450~6300	26.3	45.4	59.3							
	4+	30	62.3~85.0	4000~9000	24.4	39.9	55.3	68.1						
	5+	20	68.5~89.0	6000~10300	22.1	38.0	50.8	61.3	69.9					
	6+	24	75.0~93.5	7250~12750	19.5	35.5	49.9	62.9	73.1	80.0				
	7+	29	75.0~96.0	9000~15500	20.3	35.7	51.6	63.4	72.8	80.5	86.5			
	8+	14	87.5~98.0	10500~15250	18.0	29.3	42.1	54.4	65.0	73.5	82.2	88.7		
			均值		22.8	38.1	51.5	62.0	70.2	78.0	84.4	88.7		

表 6 长江原种青鱼不同性别各龄组鱼的实测体长、体重与推算体长
Table 6 Observed length, weight, and back-calculated length of black carp originated from the Yangtze River by sex and age groups

性别	龄组	样本数 (尾)	实测体长范围 (cm)	实测体重范围 (g)	推算体长													
					L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8						
♂	1+	15	28.6~46.9	480~2000	21.4													
	2+	21	40.5~55.7	1050~3320	21.5	37.6												
	3+	3	57.4~68.0	3100~5100	25.9	40.4	54.2											
	4+	3	65.7~69.1	4562~6827	22.8	39.3	53.6	67.3										
	5+	3	71.6~77.1	5442~7317	19.9	34.6	48.0	59.6	73.6									
	6+	1	95.5~95.5	12900~12900	19.4	33.4	45.4	55.5	71.6	88.0								
	7+	2	100.5~104.0	15900~21500	23.4	36.7	51.3	65.3	76.1	89.5	97.5							
	8+	3	106.0~110.0	22900~28500	19.2	35.0	48.5	57.9	66.4	76.9	89.4	100.6						
	9+	1	110.0~110.0	20250~20250	18.5	35.5	47.2	60.4	70.9	81.7	91.3	102.2	109.5					
				均值		21.3	36.6	49.7	61.0	71.7	84.0	92.7	100.4	109.5				
♀	1+	69	26.2~49.6	480~2550	24.7													
	2+	33	38.9~55.7	1000~3320	21.0	37.4												
	3+	5	53.5~68.0	2800~5100	23.0	38.9	51.3											
	4+	6	61.0~69.1	3500~6827	21.8	37.3	52.2	64.8										
	5+	6	71.6~81.4	5442~11800	16.0	35.6	49.9	62.7	77.1									
	6+	2	95.2~95.5	12900~17800	20.3	35.2	46.6	57.3	69.7	84.2								
	7+	4	99.0~104.0	15900~22000	21.2	37.1	51.4	63.7	76.6	88.7	96.5							
	8+	6	104.0~110.0	17400~28500	18.1	33.3	48.0	59.9	70.0	80.9	91.1	101.6						
	9+	3	110.0~112.0	20250~31400	21.1	36.0	49.0	62.7	77.4	86.1	94.1	102.2	108.6					
				均值		20.8	36.4	49.8	61.9	74.2	85.0	93.9	101.9	108.6				
♂+♀	1+	69	26.2~49.6	480~2550	24.7													
	2+	33	38.9~55.7	1000~3320	21.0	37.4												
	3+	5	53.5~68.0	2800~5100	23.0	38.9	51.3											
	4+	6	61.0~69.1	3500~6827	21.8	37.3	52.2	64.8										
	5+	6	71.6~81.4	5442~11800	16.0	35.6	49.9	62.7	77.1									
	6+	2	95.2~95.5	12900~17800	20.3	35.2	46.6	57.3	69.7	84.2								
	7+	4	99.0~104.0	15900~22000	21.2	37.1	51.4	63.7	76.6	88.7	96.5							
	8+	6	104.0~110.0	17400~28500	18.1	33.3	48.0	59.9	70.0	80.9	91.1	101.6						
	9+	3	110.0~112.0	20250~31400	21.1	36.0	49.0	62.7	77.4	86.1	94.1	102.2	108.6					
				均值		20.8	36.4	49.8	61.9	74.2	85.0	93.9	101.9	108.6				

2.2.2 亲鱼群体的年龄与体长、体重

不同龄组长江鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼的实测体长、体重如表 7。

表 7 不同龄组长江鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼的实测体长、体重
Table 7 Observed length and weight of brooders of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp from the Yangtze River by age groups

种类	年龄	样本数	体长(cm)		体重(g)	
			范围	均值±标准差	范围	均值±标准差
鲢	3+	59	55.0~74.0	63.2±3.9	3700~7550	5412.7±841.2
	4+	87	55.0~75.0	68.9±3.5	4400~9500	6776.0±1066.9
	5+	59	63.5~80.0	73.7±3.9	4700~12500	8516.9±1615.9
	6+	4	77.0~82.8	80.8±2.7	9500~12500	11375.0±1436.2
鳙	3+	3	57.0~63.5	60.8±3.4	4300~6000	5200.0±854.4
	4+	29	73.0~87.0	79.4±3.7	8500~15000	10143.8±1518.2
	5+	50	73.0~95.0	85.3±5.2	6750~19000	12065.0±2216.0
	6+	32	77.0~102	90.3±5.9	9500~22500	15889.1±4155.0
草鱼	7+	19	81.5~98.5	90.3±4.5	11200~24000	16631.6±5028.7
	4+	12	69.0~84.5	75.9±4.6	6500~8500	7750.0±583.9
	5+	76	68.5~90.0	80.5±4.7	6000~12000	9380.9±1268.6
	6+	53	74.0~90.0	84.2±3.6	7250~14000	10714.2±1317.4
青鱼	7+	27	75.0~96.0	89.0±4.4	9000~15500	12457.4±1618.0
	6+	1	95.5		12900	
	7+	2	103~104	103.5±0.7	15900~16400	16150.0±353.6
	8+	4	104~110	107.3±3.2	17400~22900	19025.0±2594.1
	9+	3	110~112	111.0±1.0	20250~21400	21016.7±664.0
10+	1	124.0		29400		

2.2.3 体长、体重关系

不同性别鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼的体长、体重关系如表 8。

表 8 长江鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼的体长、体重关系

Table 8 Weight-length relations of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp of Yangtze River by sex

种类	性别	体长、体重相关方程	相关系数	种类	性别	体长、体重相关方程	相关系数
鲢	♀	$W = 6.202 \times 10^{-2} L^{2.751}$	0.919	鳙	♀	$W = 6.306 \times 10^{-2} L^{2.699}$	0.843
	♂	$W = 2.106 \times 10^{-2} L^{2.960}$	0.960		♂	$W = 2.091 \times 10^{-2} L^{1.940}$	0.814
	(♀+♂)	$W = 4.174 \times 10^{-3} L^{3.385}$	0.974		(♀+♂)	$W = 0.101 \times L^{2.699}$	0.830
草鱼	♀	$W = 4.714 \times 10^{-2} L^{2.776}$	0.932	青鱼	♀	$W = 1.782 \times 10^{-2} L^{2.965}$	0.990
	♂	$W = 7.467 \times 10^{-2} L^{2.667}$	0.875		♂	$W = 1.357 \times 10^{-2} L^{3.519}$	0.950
	(♀+♂)	$W = 5.333 \times 10^{-2} L^{2.746}$	0.922		(♀+♂)	$W = 7.662 \times 10^{-3} L^{3.146}$	0.980

检验一定体长的鱼是否达到一定的体重，是判断亲鱼培育好坏和种质优劣的一种简便方法。依据表 8 提供的换算式，即可以对一定大小亲鱼的体重优劣进行检测。

2.2.4 肥满度

实测鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼的肥满度分别为 2.18 ± 0.24 、 2.12 ± 0.36 、 1.96 ± 0.22 及 2.17 ± 0.31 。

2.3 繁殖性能

2.3.1 性成熟年龄

长江原种鲢、鳙、草鱼和青鱼的性成熟年龄如表 9。雄性比雌性普遍早熟 1 年。青鱼的性成熟年龄最大(7 龄)，且最不整齐(4~7 龄)。

表 9 长江鲢、鳙、草鱼和青鱼原种亲鱼成熟年龄

Table 9 Maturity age of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp from the Yangtze River

鱼名	最初性成熟年龄		最大性成熟年龄	
	♂	♀	♂	♀
鲢	2	3	3	4
鳙	3	4	4	5
草鱼	3	4	4	5
青鱼	4	5	6	7

注：本表数据除以作者在邗江和望新两场实测资料为主外，还参考了有关文献：[中国科学院实验生物研究所发育生理实验室 1960, 仇潜如等 1991, 刘 筠 1993, 李思发等 1990, 1991, 湖北省水生生物研究所鱼类研究室 1976]

2.3.2 繁殖力、成熟系数和卵比重

鲢、鳙、草鱼和青鱼不同繁殖年龄的繁殖力、成熟系数和卵比重如表 10。鲢、鳙和草鱼的最大繁殖力年龄分别为 5、6 和 5 龄。同龄组鲢、鳙和草鱼中，绝对繁殖力和相对繁殖力都以草鱼最大。

2.3.3 繁殖力与年龄、体长及体重的相关关系

繁殖力同体长、体重及年龄的相关关系呈指数式 $Y = aX^b$ 。四种鱼的的有关参数值如表 11。繁殖力同年龄成曲线相关，随着年龄的增大先增加后减小。繁殖力同体长、体重也呈正相关，随着体长、体重的增加而增加。

2.3.4 受精率、孵化率、出苗率

实测从江苏省邗江长江系“四大家鱼”原种场和上海望新水产良种场采集的鲢、鳙、草鱼和青鱼卵的受精率、孵化率及出苗率如表 12。鲢、鳙、草鱼和青鱼亲鱼的受精率、孵化率一般在 90% 以上，出苗率一般在 85% 左右。

表 10 长江原种鲢、鳙、草鱼和青鱼繁殖力、成熟系数、卵比重及相应体长、体重

Table 10 Fecundity, gonadosomatic index, egg gravity and relevant length and weight of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp originated from the Yangtze River

鱼名	年龄	样本数	体长 (cm)	体重 (g)	绝对繁殖力(产卵量)		相对繁殖力 (粒卵/克体重)	成熟系数 (%)	卵比重 (粒/g)
					重量(g)	数量(10 ⁵ 个)			
鲢	4	26	66.7±3.2	5713.5±806.7	753.8±222.7	6.22±1.92	110.6±36.2	13.3±3.8	830.6±137.6
	5	27	68.1±3.0	5959.3±682.3	783.3±198.1	6.69±1.35	112.5±27.6	13.2±3.0	859.4±120.9
	6	14	73.5±3.6	7321.4±894.4	992.9±221.8	8.63±1.55	119.7±30.9	14.5±5.2	878.3±130.1
	总体	67	69.1±4.3	6206.5±1006.0	814.9±220.5	6.88±2.04	111.6±30.7	12.9±3.5	848.3±133.1
鳙	6	2	74.0±1.4	8500.0±353.0	825.0±247.5	4.14±1.35	48.3±13.8	9.7±2.5	499.2±13.8
	7	7	86.6±6.1	11564.3±1261.5	1357.1±621.4	7.50±3.82	65.9±33.8	11.8±5.2	530.0±134.0
	8	7	88.1±3.2	12428.6±1273.7	1271.4±703.5	7.63±4.47	61.1±34.8	10.0±5.8	588.8±59.6
	9	6	95.4±2.9	15975.0±306.2	1558.3±341.2	9.65±2.07	60.4±12.8	10.4±2.5	644.7±216.3
	总体	22	88.3±7.0	12763.6±2478.2	1336.4±568.2	7.82±3.64	61.3±27.3	10.7±4.5	577.2±141.3
草鱼	6	6	73.2±4.0	7916.7±736.0	1291.7±431.8	9.62±3.79	122.2±46.8	16.4±5.4	730.6±57.1
	7	12	80.6±3.9	9670.8±1107.1	1254.2±499.3	10.44±4.04	106.8±38.1	12.8±4.6	836.9±42.6
	8	19	91.1±3.0	13371.1±1057.4	1876.3±1547.9	12.36±4.49	92.7±33.6	14.1±11.6	747.9±180.0
	9	11	92.8±2.9	13877.3±1195.1	1750.0±455.0	14.31±4.02	103.6±29.5	12.7±3.4	744.8±225.7
	总体	48	86.6±7.7	11880.2±2482.0	1618.8±1057.5	11.99±4.38	102.4±35.8	13.7±7.9	767.3±160.3
青鱼	8	1	103.0	16400.0	1150.0	6.39	39.0	7.0	556.0
	9	1	104.0	17900.0	400.0	2.13	11.9	2.2	532.8
	10	2	111.0±1.4	21400.0±0.0	1250.0±70.7	9.06±5.1	36.5±4.7	5.8±0.3	624.0±45.0
	总体	4	107.3±4.4	19275.0±2529.0	1012.5±413.1	7.34±23.0	31.0±13.1	5.2±2.1	584.2±80.3

3 讨论

(1)通过可数性状和比例性状的比较分析,可以判断鱼类种质质量。但是,数量性状参数一直是采用 Hubbs 和 Lagler[1947]提出的十几个参数,这些参数主要集中在鱼体的横轴方向和头、尾部,存在着重横向、轻纵向,重头尾、轻中间的弊端,丢失了形态特征的许多有用信息。Bookstein [1982]、McGlade 和 Boulding[1986]、Strass 和 Bookstein[1982]等发展了一种描述鱼类形态的新方法——框架法(truss),通过 21 个参数所构成的框架总长度和形状的描述来反映鱼类的体形特征。该法为国内外许多学者所引用,以比较鱼类不同物种和种群的形态差异[李思发等 1991, Li 等 1993]。在本研究中,我们曾试用框架结构来构建“四大家鱼”的体形特征。结果是可以显著地反映种的特征,但不能反映种质的优劣。

表 11 长江原种鲢、鳙、草鱼和青鱼繁殖力与体长、体重和年龄相关参数值

Table 11 Correlation paramaters among the fecundity, length and weight of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp originated from the Yangtze River

鱼名	Y	X	a	b	r
鲢	繁殖力	年龄	293021.1	0.168	0.309
		体长	904.2	1.556	0.296
		体重	1493.7	0.698	0.348
鳙	繁殖力	年龄	17676.7	1.787	0.382
		体长	189472.7	0.797	0.374
		体重	17.9	1.123	0.376
草鱼	繁殖力	年龄	110194.3	1.134	0.351
		体长	628.9	1.677	0.375
		体重	1220.5	0.728	0.398
青鱼	繁殖力	年龄	12193.3	1.704	0.289
		体长	2.7×10^{-14}	9.510	0.623
		体重	1.8×10^{-4}	2.211	0.470

(2) 怀卵量是准确地反映鱼类繁殖力的一种指标。测定怀卵量通常需要解剖亲鱼。然而, 成熟亲鱼, 特别是性成熟周期长、个体大的“四大家鱼”, 生产单位十分珍视。因此, 我们尝试用鱼类的产卵量来代替繁殖性能指标。刘 筠等[1993]认为, 只要人繁时机把握得好, 达到第Ⅳ时相的卵可以全部产出。潘炯华等[1981]对鱼类的怀卵量和产卵量作过研究, 两者呈正相关。因此, 对“四大家鱼”来说, 用产卵量作为繁殖力指标是可行的。

(3) 对于养殖场“四大家鱼”的最佳繁殖年龄, 生产单位无长期记录, 科研单位亦无专门研究, 但是对生产却十分重要。生产单位若采用年龄过小、未完全性成熟或年龄过大、性腺开始退化的“家鱼”进行人工繁殖, 结果不仅产苗数量少, 质量差, 而且生产成本低。依据我们的研究和对生产单位的调查, 我们认为可取最小性成熟年龄加 1 到 10 作为最佳繁殖的参考年龄。这样, “四大家鱼”的最佳繁殖年龄分别是: 鲢为 4~13 年; 鳙为 5~14 年; 草鱼为 5~14 年; 青鱼为 6~15 年。

(4) 上述各参数范围, 可供检测亲鱼、评价亲鱼好坏时参考。通过外部形态、年龄生长和繁殖等特征检测原种亲鱼, 简单直观, 在生产实践中比较实用, 但这些差异相对来说受环境影响较大。结合我们对江西瑞昌“四大家鱼”原种场、江苏邗江“四大家鱼”原种场和上海望新水产良种场“四大家鱼”亲鱼的检测实践, 认为在生产应用中, 对本文提供的范围可允许有上下不超过 10% 的误差。凡在范围之内, 可认为是合格的亲鱼。表 2 所列之比例性状的均值, 表 7 所列之各龄鱼的体长和体重的均值, 表 12 所列之平均受精率、孵化率及出苗率, 均可使用这一允许范围。

参 考 文 献

- 中国科学院实验生物研究所发育生理实验室. 1960. 家鱼人工生殖的研究. 北京: 科学出版社. 1~56.
- 仇潜如, 范兆廷, 王令玲等. 1991. 主要淡水养殖鱼类种质研究. 北京: 中国科学技术出版社. 4~43.
- 农业部水产政策研究会. 1989. 我国水产苗种生产现状及今后发展的战略对策——赴中南、华东、华北、东北的调查报告. 福建水产, (1): 1~7.
- 刘 筠. 1993. 中国养殖鱼类繁殖生理学. 北京: 农业出版社. 32~42.
- 李思发, 吴力钊, 王 强等. 1990. 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼种质资源研究. 上海科学技术出版社. 183~199.
- 李思发, 周碧云, 聂善明等. 1991. 长江附属水体培育鲢鳙原种亲鱼的生长特性. 水产养殖, (4): 10~13.
- 李思发, 蔡完其, 周碧云等. 1991. 团头鲂种群间的形态差异和生化遗传差异. 水产学报, 15(3): 201~211.
- 李思发. 1996. 中国大陆淡水养殖新进展和发展趋势. 福寿新杂志, 2: 33~36.
- 湖北省水生生物研究所鱼类研究室. 1976. 长江鱼类. 北京: 科学出版社. 82~102, 142~150.
- 潘炯华, 郑文彪. 1983. 胡子鲇形态、生殖力和成熟系数的年周期. 水产学报, 7(4): 353~365.
- Bookstein F L. 1982. Foundation of morphometrics. Ann Rev Ecol Syst, 13: 451~470.
- Hubbs C L, Lagler K F. 1947. Fishes of the great lakes region. Cranbrook Institute of Science, Bull. 26: 186.
- Li Sifa, Cai Wanqi, Zhou Biyun. 1993. Variation in morphology and biochemical genetic markers among populations of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*). Aquaculture, 111: 117~127.

表 12 实测鲢、鳙、草鱼和青鱼繁殖亲鱼卵的受精率、孵化率及出苗率
Table 12 Observed fertilization, hatching and incubation rates of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp

鱼名	统计尾数	平均受精率 (%)	平均孵化率 (%)	平均出苗率 (%)
鲢	225	91.6	92.0	85.0
鳙	45	94.2	95.0	90.0
草鱼	76	92.2	90.0	83.9
青鱼	6	94.5	95.0	93.9

- McGlade J M, Boulding E G. 1966. The truss; A geometric and statistic approach to the analysis of form in fishes. Can Tech Rept Fish Aquat Sci. 1457.
- Strass R E, Bookstein F L. 1982. The truss; body form reconstructions in morphometrics. Museum of Zoology, The university of Michigan, Ann Arbor, Michigan. 48109.
- Wilkinson L. 1987. SYSTAT—The System for Statistics. SYSTAT, Inc, Evanston, IL.

A STUDY ON THE CRITERIA AND INSPECTION OF BROODERS OF SILVER CARP, BIGHEAD CARP, GRASS CARP AND BLACK CARP ORIGINATED FROM THE YANGTZE RIVER

LI Si-Fa, ZHOU Bi-Yun, LU Guo-Qing, ZHAO Jin-Liang

(Key Laboratory of Ecology and Physiology in Aquaculture, Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University 200090)

YAO De-Xin

(Wangxin Fish Seed Farm, Jiading District, Shanghai 201800)

SHEN Wen-Kui

(Fisheries Technique Extension Station, Jiading District, Shanghai 201800)

ABSTRACT This paper reports the characteristics of morphology, age, growth, reproductivity of brooders of silver carp, bighead carp, grass carp and black carp originated from the Yangtze River. Based on the studies of single characters and relative comparison of measurable and meristic characters, age-growth relation, age of maturity, fecundity, gonadosomatic index, egg gravity, parameters for criteria of brooders of these speices were proposed, which would be used for the management of original fish farm, inspection of brooders and genetic conservation.

KEYWORDS Yangtze River, Silver carp, Bighead carp, Grass carp, Black carp, Wild stock, Brooder, Criteria, Inspection