

草·鲢·鳙和青鱼形态及其生长发育的比较研究

丁淑荃¹, 祖国掌¹, 韦众¹, 万全¹, 吴昌亮²

(1. 安徽农业大学动物科技学院, 安徽合肥 230036; 2. 安徽省无为县水产养殖场, 安徽无为 238300)

摘要 对产于安徽省无为县水产养殖场的草、鲢、鳙和青鱼品种的体征特性和生长发育规律进行了测定和研究。结果显示, 所测定 4 种鱼不同生长发育阶段的体尺体重的种内差异较小, 显示出种群比较整齐; 4 种鱼体尺生长满足方程 $y = a \ln x + b$, 体重生长满足方程 $y = ax^b$, 相关指数达 0.9 以上; 鳙鱼在 1~2 龄和 2 龄~后备阶段体尺体重的生长强度比草鱼和鲢鱼在同阶段的大, 鲢鱼体高在 3 个阶段均表现为生长弱势, 但草鱼的这种弱势在后备~亲鱼阶段得到了弥补, 成为生长强点; 草鱼随着年龄的增长丰满度呈现逐渐下降的趋势, 每个阶段大约下降 0.8~1.0 个单位, 青鱼虽然下降但幅度较小, 而鲢鱼(1.82~1.98 个单位)和鳙鱼(1.93~2.10 个单位)全期基本保持不变; 体长指数随着年龄的增长均表现下降的趋势, 直到亲鱼草鱼和青鱼保持在 1.147~1.148, 而鲢鱼和鳙鱼保持在 1.097~1.106, 表明体长相对全长在不断增加; 4 种鱼的体指数以草鱼、青鱼、鳙鱼和鲢鱼的次序逐渐减小, 其体指数随着年龄的增长而增大; 体宽指数和体深指数则较为稳定, 鳙鱼的头长指数明显大于其他鱼。

关键词 草鱼; 鲢鱼; 鳙鱼; 青鱼; 生长发育; 形态学

中图分类号 S965.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2005)09-1660-03

Study on the Growth and Development of Grass Carp, Silver Carp, Bighead and Black Carp

DING Shu-quan et al (College of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract The character of growth and development in morphology of Grass Carp (GC), Silver Carp (SC), Bighead (BH) and Black Carp (BC) from Wuwei County Aquatic Pisciculture Farm of Anhui province was analyzed. The result showed that the differences among GC, SC, BH and BC body size and weight within population of different age-stage were smaller. The growth formulation of four fish breeds with $R^2 > 0.90$ was in body size (y) and in body weight (y), in which x was foe age. The growth intensity of body size and weight of BH at 1 to 2 and 2 to replacement age-stage was higher than that of GC and SC. The growth intensity of height at back-fin of SC at three age-stage was smaller, but the growth intensity of GC at replacement to adult age-stage was higher than other's. With age, the fullness of GC presented a decreasing trend with 0.8 to 1.0 a age-stage, but BC were smaller, SC (1.82 to 1.98) and BH (1.93 to 2.10) were immovable at whole age-stage. The body length index of all breeds showed decreasing trend with age as far as 1.147 to 1.148 of GC and BC at adult age-stage, and 1.097 to 1.106 of SC and BH. It showed that the body length was gradually increasing. The body indexes of GC, BC, BH and SC presented a decreasing trend in order, but the body indexes of all breeds was gradually increasing with age, and the indexes of body width and body depth immovable. The head length index of BH was significantly bigger than other breeds'.

Key words Grass carp; Silver carp; Bighead; Black carp; Growth and development; morphology

草、鲢、鳙和青鱼是我国淡水渔业养殖的当家品种, 长期以来一直受到池塘养鱼者的亲睐, 有关草、鲢、鳙和青鱼品种的体征及其生长发育规律也倍受人们的关注^[1]。李思发等^[2]曾对我国几大江河水系的草、鲢、鳙和青鱼种质资源做了较为细致的调查和研究, 并给出了原种亲鱼标准, 显示出标准化草、鲢、鳙和青鱼品种开始受到重视, 这对我国淡水渔业生产的发展具有十分重要的意义。安徽省的草、鲢、鳙和青鱼养殖普遍, 独特的生态地理条件和养殖方式已经使得这些品种在体征及其生长发育方面发生了较大的变化, 研究这些变化的内在规律性对进一步开发利用这些品种资源, 发挥这些鱼类品种的种质优势和研究适宜的饲养管理技术都具有十分重要的意义。

1 材料与方法

所研究的品种材料来自安徽省无为县水产养殖场, 为随机抽样样本, 渔场采用常规的种鱼养殖管理方式。测定草、鲢、鳙和青鱼四大鱼类品种的体征, 具体测定项目见表 1。测定是在标准的体测平台上使用卷尺、卡尺和电子天平等衡具进行的。为了研究其生长发育规律, 所有品种的测定分为 4 个阶段: 1 龄、2 龄、后备鱼和亲鱼。对所获取的数据, 计算群体均数和标准误差, 并分析其在不同年龄阶段的变化规律, 具体采用如下分析模型:

体重生长模型: $y = ax^b$, 其中 y 和 x 分别表示体重和年

龄, a 和 b 为待定参数。

体尺生长模型: $y = a \ln x + b$ 。其中 y 和 x 分别表示体尺和年龄, a 、 b 为参数。分析模型与实际结果之间的拟合程度, 采用相关指数 R^2 表示, 相关指数愈大表明模型拟合的精度愈高。绝对生长只是反映生长速度, 而不能代表生长强度。为了反映性状在不同时期的生长强度, 引入相对生长:

$$R = \frac{x_2 - x_1}{0.5(x_2 + x_1)} \times 100\%$$

其中, R 表示相对生长系数, x_1 和 x_2 分别表示前后两个阶段的性状观察值。分析丰满度以衡量鱼生长发育不同阶段的营养状况, 丰满度 $K = 100 \times W/L^3$, 其中 W 为体重, L 为体长。利用两种体尺之间的比值(可以称之为体尺指数)在不同生长发育阶段的变化规律, 研究 4 种鱼某个部位相对另一部位的生长发育关系。在此不妨定义: ①体长指数: 说明体长相对全长的相对发育情况。体长指数 = 全长/体长。②尾鳍指数: 表示尾鳍相对体长的发育程度。尾鳍指数 = 尾柄长/体长。③体指数: 说明胸腹部发育情况。体指数 = 体宽/体高。④体宽指数: 说明体宽相对体长的发育情况。体宽指数 = 体宽/体长。⑤头长指数: 说明头部相对体长的发育程度。头长指数 = 头长/体长。⑥体深指数: 说明体深相对体长的发育情况。体深指数 = 体高/体长。

2 结果与分析

2.1 形态特征参数 表 1 显示, 4 种鱼的种内差异较小, 显示出种群比较整齐, 但 4 种鱼各自表现出特有的形态学特点。表 1 所展示的 4 种鱼的形态参数, 在一定程度上反映这些鱼类的品种种质特性。

基金项目 安徽省教育厅科研项目(2003kj121)资助。

作者简介 丁淑荃(1969-), 女, 安徽怀宁人, 实验师, 从事水产养殖学教学和科研工作。

收稿日期 2005-07-11

表 1 不同年龄段草、鲢、鳙和青鱼的体尺(cm)和体重(kg)的群体均数和标准误

	<i>n</i>	全长	体长	体高	体宽	体重	头长	吻长	眼径	眼间距	尾柄长	尾柄高	
草鱼	1 龄	45	21.72±1.65	18.50±1.43	4.53±0.34	2.89±0.21	0.23±0.05	4.81±0.35	1.30±0.09	0.95±0.03	2.60±0.18	2.26±0.19	2.15±0.18
	2 龄	15	52.37±0.49	44.80±0.44	9.46±0.14	6.84±0.09	2.55±0.66	10.40±0.09	3.21±0.04	1.95±0.04	5.50±0.07	5.21±0.06	5.18±0.05
	后备	20	66.47±0.97	57.90±0.87	11.70±0.14	8.76±0.12	3.60±0.15	13.00±0.23	3.89±0.09	2.06±0.25	6.88±0.16	7.19±0.15	6.49±0.07
	亲鱼	17	90.00±0.80	78.20±0.71	16.00±0.25	11.40±0.12	8.32±0.15	18.10±0.30	5.44±0.10	2.18±0.04	9.66±0.13	8.98±0.19	8.41±0.10
鲢鱼	1 龄	30	22.68±0.39	19.10±0.33	5.94±0.09	2.50±0.05	0.13±0.01	4.78±0.15	1.11±0.03	1.05±0.02	2.50±0.06	2.27±0.05	2.02±0.04
	2 龄	31	49.05±0.20	42.30±0.20	12.10±0.10	5.89±0.09	1.38±0.02	11.10±0.06	2.44±0.06	1.95±0.04	5.51±0.06	5.36±0.06	4.54±0.05
	后备	20	58.57±1.34	50.80±1.16	14.40±0.26	6.78±0.14	2.60±0.16	13.70±0.30	3.65±0.10	1.65±0.03	6.34±0.12	6.29±0.28	5.35±0.13
	亲鱼	20	70.59±3.48	63.80±0.75	17.10±0.21	8.72±0.13	4.98±0.18	18.10±0.22	4.68±0.09	2.20±0.27	8.85±0.15	7.89±0.20	6.17±0.07
鳙鱼	1 龄	30	15.33±0.14	12.40±0.11	3.78±0.04	1.83±0.02	0.04±0.00	3.86±0.04	0.95±0.02	0.96±0.02	2.04±0.03	1.33±0.02	1.27±0.02
	2 龄	20	43.08±0.97	37.70±0.86	10.30±0.20	5.43±0.17	1.05±0.07	12.00±0.27	4.00±0.23	1.76±0.06	6.11±0.15	5.40±0.13	3.68±0.08
	后备	15	80.80±1.16	70.30±0.99	17.90±0.23	10.40±0.14	7.14±0.25	22.00±0.40	6.27±0.19	3.14±0.56	11.56±0.29	9.45±0.23	7.00±0.06
	亲鱼	21	84.27±3.84	76.80±0.72	20.00±0.22	11.20±0.11	8.75±0.20	24.00±0.60	8.17±0.14	3.50±1.03	12.45±0.12	11.03±0.11	7.02±0.07
青鱼	1 龄	30	12.00±0.21	10.10±0.18	2.49±0.06	1.49±0.04	0.02±0.00	2.80±0.06	0.66±0.01	0.70±0.01	1.17±0.03	1.22±0.02	1.17±0.02
	2 龄	22	47.50±0.56	41.50±0.57	9.54±0.14	6.30±0.11	1.30±0.05	9.88±0.11	2.56±0.04	1.41±0.02	4.38±0.07	5.59±0.12	5.00±0.07
	亲鱼	12	117.00±2.1	102.00±2.30	21.70±0.69	15.60±0.38	17.90±1.25	21.20±0.45	5.67±0.17	2.33±0.05	9.80±0.11	12.54±0.26	12.13±0.23

2.2 生长发育

2.2.1 累积生长曲线。根据生长模型拟合 4 种鱼的体尺体重生长方程,其方程参数见表 2。草、鲢和鳙鱼的体尺体重生长与笔者所建立的生长模型较为吻合,相关指数达 0.9 以

上,体现了体尺的对数生长规律和体重指数生长规律。从所测定的生长阶段来看,亲鱼的体尺生长已经有所减缓,表明此时的形态已经趋于稳定,而体重还呈现出快速生长。

表 2 草、鲢和鳙鱼的体尺和体重的生长模型参数

		全长	体长	体高	体宽	体重	头长	吻长	眼间距	尾柄长	尾柄高
草鱼	<i>a</i>	38.142 0	33.497 0	6.329 7	4.831 9	0.316 9	7.316 3	2.263 4	3.878 3	3.918 6	3.531 9
	<i>b</i>	22.463 0	18.957 0	4.579 5	3.024 3	2.017 5	4.833 1	1.371 9	2.925 9	2.295 3	2.299 0
	<i>R</i> ²	0.947 1	0.951 0	0.935 4	0.959 8	0.899 8	0.929 5	0.926 5	0.925 9	0.980 7	0.957 4
鲢鱼	<i>a</i>	33.752 0	31.063 0	7.890 2	4.278 0	0.153 3	9.162 5	2.538 0	4.256 3	3.906 6	2.962 3
	<i>b</i>	23.405 0	19.330 0	6.123 8	2.569 9	2.620 7	4.619 3	0.949 9	2.416 2	2.347 3	2.162 0
	<i>R</i> ²	0.992 5	0.989 3	0.992 5	0.979 1	0.973 5	0.983 3	0.979 1	0.957 1	0.986 1	0.985 6
鳙鱼	<i>a</i>	53.399 0	49.060 0	12.214 0	7.180 5	0.048 2	15.343 0	5.144 3	7.975 8	7.191 1	4.522 4
	<i>b</i>	13.443 0	10.311 0	3.281 7	1.511 0	4.110 3	3.290 8	0.757 8	1.701 6	1.089 5	1.150 4
	<i>R</i> ²	0.955 5	0.967 8	0.976 3	0.959 8	0.969 4	0.971 0	0.991 6	0.962 7	0.987 3	0.944 1

注:*a*、*b* 分别为 $y = a \ln x + b$ 和 $y = ax^b$ 的参数。

2.2.2 生长强度分析。比较鲢、草和鳙鱼的相对生长(表 3)可以发现,鳙鱼在 1~2 龄和 2 龄~后备阶段体尺体重的生长强度比草鱼和鲢鱼在同阶段的大,表现为随着年龄增长而明显下降,而鲢鱼和草鱼在 1~2 龄阶段后急剧下降,但在 2 龄~后备和后备~亲鱼阶段仍然保持 20%~30%的相对生长

强度。鳙鱼的吻长在 1~2 龄(123.05%)和后备~亲鱼(26.33%)阶段为体尺的生长强点,但在 2 龄~后备阶段生长却最为缓慢。鲢鱼体高在 3 个阶段均表现为生长弱势,但草鱼的这种弱势在后备~亲鱼阶段得到了弥补,成为生长强点。

表 3 鲢、草和鳙鱼体尺的相对生长 %

	生长阶段	全长	体长	体高	体宽	头长	吻长	尾柄长	尾柄高
鲢鱼	1~2 龄	73.52	75.47	68.55	80.98	79.39	75.16	75.09	80.92
	2 龄~后备	17.70	18.10	16.86	13.97	21.28	39.92	13.94	16.06
	后备~亲鱼	18.61	22.70	17.50	25.05	27.43	24.63	33.07	22.57
草鱼	1~2 龄	82.73	83.08	70.54	81.13	73.86	84.58	71.46	79.20
	2 龄~后备	23.73	25.49	21.26	24.62	21.77	18.92	22.29	31.81
	后备~亲鱼	30.08	29.86	30.78	26.44	32.88	33.27	33.60	22.23
鳙鱼	1~2 龄	95.01	101.25	92.24	99.24	102.86	123.05	99.94	120.87
	2 龄~后备	60.91	60.32	54.24	62.97	58.63	44.28	61.76	54.51
	后备~亲鱼	4.21	8.92	11.25	7.09	8.87	26.33	7.43	15.50

2.2.3 丰满度。表 4 显示,草鱼随着年龄的增长丰满度呈现逐渐下降的趋势,每个阶段大约下降 0.8~1.0 个单位,青鱼虽然下降但幅度较小(每个阶段降低 0.1 个单位),而鲢鱼(1.82~1.98 个单位)和鳙鱼(1.93~2.10 个单位)全期基本保

持不变,显示出明显的种质特性和差异。

2.2.4 体尺指数。4 种鱼在不同生长发育阶段的体尺指数见表 5。体长指数随着年龄的增长均表现下降的趋势,直到亲鱼草鱼和青鱼保持在 1.147~1.148,而鲢鱼和鳙鱼保持在

1.097~1.106,表明体长相对全长在不断增加;4种鱼的体指数以草、青、鳊和鲢鱼的次序逐渐减小,表明体躯由圆逐渐趋向扁形,但其体指数随着年龄的增长而增大;相比之下,体宽指数和体深指数则较为稳定,表明体宽和体深相对体长的发育是同步的;鳊鱼的头长指数明显大于其他鱼,显示出头部的生长发育占有明显的优势。

表4 草、鳊、鳙和青鱼在不同阶段的丰满度

	1龄	2龄	后备	亲鱼
草鱼	3.63	2.84	1.85	1.74
鳊鱼	1.87	1.82	1.98	1.92
鳙鱼	2.10	1.96	2.06	1.93
青鱼	1.94	1.82	-	1.69

表5 草、鳊、鳙和青鱼不同生长阶段的体尺指数

	生长阶段	体长指数	体指数	体宽指数	体深指数	尾鳍指数	头长指数
草鱼	1龄	1.174	0.678	0.156	0.245	0.122	0.260
	2龄	1.169	0.723	0.153	0.211	0.116	0.232
	后备	1.148	0.749	0.151	0.202	0.124	0.225
	亲鱼	1.151	0.713	0.146	0.205	0.115	0.231
鳊鱼	1龄	1.187	0.421	0.131	0.311	0.119	0.250
	2龄	1.160	0.487	0.139	0.286	0.127	0.262
	后备	1.153	0.471	0.133	0.283	0.124	0.270
	亲鱼	1.106	0.510	0.137	0.268	0.124	0.284
鳙鱼	1龄	1.236	0.484	0.148	0.305	0.107	0.311
	2龄	1.143	0.527	0.144	0.273	0.143	0.318
	后备	1.149	0.581	0.148	0.255	0.134	0.313
	亲鱼	1.097	0.560	0.146	0.260	0.144	0.313
青鱼	1龄	1.188	0.598	0.148	0.247	0.121	0.277
	2龄	1.145	0.660	0.152	0.230	0.135	0.238
	亲鱼	1.147	0.719	0.153	0.213	0.123	0.208

3 讨论

在鱼类生长发育研究中,通常依据生长方程来描述其生

长规律,研究其生长特点。实际上,这种描述只是体现鱼类累积生长的规律,多半情况下不同阶段的生长发育强度则是种质差异和适宜饲养管理的综合反映。如笔者所采用的2种生长方程对4种鱼的体尺体重的拟合结果发现,草、鳊、鳙和青鱼均遵循一种特定的共性生长模式(相关指数在0.9以上),方程的参数具有明显的一致性。但当将这种共性生长模式转化为能反映生长强度的相对生长时,4种鱼在不同生长发育阶段表现出明显的差异。可见,在鱼类生长发育研究中用相对生长更适宜于描述和鉴定其种质差异。在形态比较研究中,体尺之间的比较是反映鱼体在三维空间中的相对发育情况,研究的对象不同决定了两个体尺互比的形式。在一些研究中,研究者们喜欢比值大于1的互比形式,但却失去了特定的生物学意义。笔者定义的几种体尺互比形式是建立在特定的研究对象上的,可能更适宜于生长发育的研究和描述。

研究结果显示,安徽省无为县水产养殖场的草、鳊、鳙和青鱼品种的体征特性明显,性状整齐。其鳊鱼成鱼的丰满度要比宜江江段和武汉江段的大,与南京江段的相近;体长指数和体宽指数与长江中下游鳊鱼的相近,但体指数较大,体深指数、头长指数和尾鳍指数明显偏小($p < 0.01$)。鳙鱼成鱼的丰满度要比宜江江段的小,比武汉江段的大,和南京江段的相近;体长指数、体深指数、头长指数和尾鳍指数比长江中下游鳙鱼的小($p < 0.05$),但体指数和体宽指数相近。草鱼的体深指数和尾鳍指数比长江中下游草鱼的小,但体指数和头长指数较大($p < 0.05$),体长指数和体宽指数相近。可见,不同生态环境下草、鳊和鳙鱼的生长发育存在明显的种质差异。

参考文献

- 1 李思发,吴力钊,王强,等.长江、珠江、黑龙江鳊、鳙、草鱼种质资源研究[M].上海:上海科学技术出版社,1990.7-24.
- 2 李思发.长江水系鳊鱼和珠江水系鳊鱼的生长差异[J].水产学报,1984,8(3):211-218.

(上接第1629页)

而升高;SA浓度高于0.5 mmol/L时,试管鳞茎重量随浓度升高而递减;当SA浓度为0.5 mmol/L时,试管鳞茎的重量显著提高,3个品种单鳞茎平均鲜重都达到最大,分别为2.58、2.57和1.88 g。不同品种间试管鳞茎重量存在差异,荣誉和贵族的试管单鳞茎重量显著高于阿拉丁。

2.3 SA对不同品种试管鳞茎整齐度的影响 由表1可知,SA具有调节鳞茎同期发育的作用。当SA浓度为0.5 mmol/L时,试管鳞茎大小分布集中,3个品种1.0~2.0 g的试管鳞茎趋多,所占比例分别为58.2%、56.6%和46.5%,0.5 g以下的试管鳞茎所占较小比例;当SA浓度高于0.5 mmol/L时,1.0 g以下的试管鳞茎所占比例逐渐增大。

3 小结

(1)当SA浓度为0.1 mmol/L时,能显著提高试管鳞茎

的数量。说明适量浓度的SA具有诱导郁金香鳞茎形成的作用。

(2)当SA浓度为0.5 mmol/L时,能够显著提高郁金香试管鳞茎的重量,并且具有调节试管鳞茎同期发育的作用。说明适量浓度的SA对郁金香鳞茎的膨大有一定作用。

(3)离体条件下,添加适量浓度的SA,有利于郁金香试管鳞茎的形成与生长,完善了郁金香脱毒快繁商品化生产体系,可使郁金香茎尖脱毒快繁技术更广泛地推广和应用。

参考文献

- 1 李德红,潘瑞焱.水杨酸在植物体内的作用[J].植物生理学通讯,1995,31(2):144-149.
- 2 熊正琴,李式军.茉莉酸甲酯和水杨酸促进大蒜试管鳞茎的形成[J].园艺学报,1999,26(2):408-409.
- 3 韩德俊,陈耀锋,李春莲.水杨酸对马铃薯试管微薯形成的影响研究[J].西北植物学报,1999,19(3):428-433.