

湖北道观河水库细鳞鲴的个体生殖力*

王银东 熊邦喜 马徐发 王明学 王卫民 刘小玲

(华中农业大学水产学院, 武汉 430070)

提 要 研究了道观河水库细鳞鲴的个体生殖力。细鳞鲴样本由2⁺~5⁺龄鱼组成, 其个体绝对生殖力与体长、体重和年龄分别呈直线、对数函数和幂函数相关, 体长相对生殖力与体长、体重和年龄分别呈双曲线、对数函数和幂函数相关, 体重相对生殖力与它们相关不显著。多元逐步回归分析其绝对生殖力和体长相对生殖力均与体重和成熟系数密切相关, 而体重相对生殖力仅与成熟系数相关。

关键词 细鳞鲴 个体生殖力 道观河水库

分类号 Q959.46[·]8

细鳞鲴 (*Xenocypris microlepis* Bleeker) 隶属鲤形目, 鲤科, 鲴亚科, 鲴属。广布我国黑龙江、长江和珠江流域等水域, 是栖息于水体中下层的中小型经济鱼类, 它以发达的下颌角质缘在石砾或底泥表面刮取食物。我国水库大都建于山谷或丘陵中, 周丛生物较为丰富, 其它鱼类很少摄食, 而细鳞鲴能充分利用这部分饵料资源, 且具体型好、色泽艳和肉味鲜美等优良品质。细鳞鲴作为一种优良的养殖品种, 有关它的生态习性、繁殖与养殖技术、引种和驯化皆有较多报道^[1-5]。细鳞鲴是道观河水库中重要的经济鱼类, 徐木生等曾对其自然增殖作过研究^[6], 1985~1988年细鳞鲴约占鱼产量的15%, 但近年来该鱼的产量显著下降。对该鱼的个体生殖力进行研究, 旨在为其资源恢复和合理、持续利用, 提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 采样地点

道观河水库 (30°52'N, 114°59'E) 位于湖北省武汉市新洲区境内, 于1968年建成蓄水, 库区承雨面积为108.84 km²。在正常高水位78.7 m时, 面积为6.26 km², 平均水深10.3 m, 库容为0.64 × 10⁹ m³, 可养殖水面500 km²。是一座以防洪、灌溉为主, 结合养殖、旅游等综合利用的丘陵型水库。

1.2 样品采集和测定

2001年4月和5月份, 在道观河水库渔获物中, 随机选取了性腺发育为IV~V期的成熟雌鱼110尾。对样品体长、体重和性腺重等形态学指标进行了测定, 用鳞片鉴定年龄, 计算成熟系数 ($GSI = 100 \times \text{性腺重} / \text{体重}$), 以重量法计数生殖力。

* 国家自然科学基金资助项目 (39870597)。

2003-06-02收稿, 2003-10-11收修改稿。王银东, 男, 1970年生, 在职博士生, 现在安徽省农科院水产所。

通讯作者: 熊邦喜, Email: Bangxix8@mail.hzau.edu.cn.

1.3 数据处理

所有数据用 STATISTICA 软件处理,个体生殖力与各形态指标的关系在 8 种数学模型下拟合,相关性最紧密的作为选取型式.8 种数学模式如下:

$$Y = a + bX$$
$$Y = a + b\ln X$$

$$Y = a + bX^2$$
$$Y = ab^X$$

$$Y = 1/(a + bX)$$
$$Y = aX^b$$

$$Y = a + b/X$$
$$Y = k/(1 + ae^{-bX})$$

2 结果

2.1 个体生殖力的样品组成

用于测定生殖力的样品 110 尾,经鉴定由 4 个年龄组组成(表 1).

表 1 用于测定细鳞鲴生殖力的样品组成
Tab. 1 Composition of specimens for calculating the number of *X. microlepis* fecundity

年龄组	尾数	体长(cm)		体重(g)	
		范围	均值 ± SD	范围	均值 ± SD
2+	51	21.1 – 25.2	23.06 ± 0.873	148.3 – 264.5	195.44 ± 23.426
3+	26	23.8 – 28.4	25.70 ± 0.900	216.7 – 420.0	273.70 ± 37.203
4+	22	25.7 – 30.6	28.14 ± 1.285	262.4 – 456.8	359.30 ± 50.991
5+	11	28.4 – 32.4	30.18 ± 1.236	376.4 – 562.7	446.67 ± 55.199

2.2 细鳞鲴生殖力的分布

细鳞鲴样本个体绝对生殖力(F)主要变幅在 $2.0 - 8.0 \times 10^4$ 粒之间,占样品总数的 87.27%,平均为 5.7962×10^4 粒;体长相对生殖力(F_L)主要变幅在 $0.1 - 0.3 \times 10^4$ 粒/cm 之间,占样品总数的 89.09%,平均为 0.2223×10^4 粒/cm;体重相对生殖力(F_W)主要变幅在 150 – 250 粒/g 之间,占总数的 85.48%,平均为 212 粒/g. 生殖力频率分布见图 1.

2.3 个体生殖力与年龄间的关系

F 和 F_L 随年龄的增长而逐渐增加;而 F_W 则比较稳定,波动范围在 124.1 – 301.9 粒/g,均值为 212 粒/g(表 2). 将 4 个年龄组的生殖力进行单因素方差分析,结果得到各龄之间

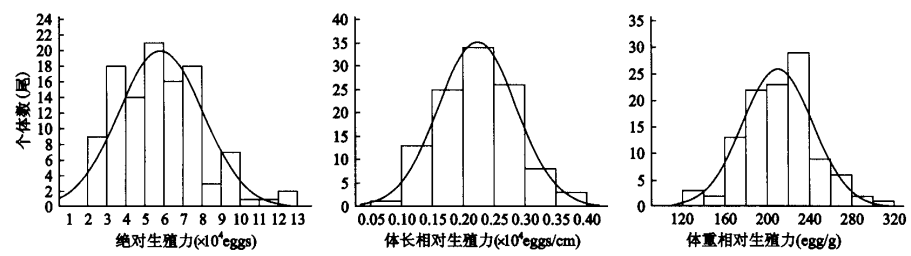


图 1 个体生殖力的分布频率
Fig. 1 Frequency distribution of *X. microlepis* individual fecundity

的 F_w 均无显著性差异 ($F_{(3, 106)} = 1.8554, p = 0.1416$), 进而也表明它与年龄的相关性不显著; 而分析表明各龄的 F ($F_{(3, 106)} = 134.0423, p < 0.001$) 和 F_L ($F_{(3, 106)} = 78.4965, p < 0.001$) 之间差异极显著。

表 2 细鳞鲷个体生殖力与年龄的关系
Tab. 2 Relationship between individual fecundity and ages

年龄组		2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
F ($\times 10^4$ eggs)	范围	2.2694 - 6.2471	4.7365 - 7.7415	6.7281 - 9.1726	7.7874 - 12.5475
	均值 \pm SD	4.0237 \pm 1.079	6.0416 \pm 0.809	7.5720 \pm 0.728	9.8820 \pm 1.537
F_L ($\times 10^4$ eggs / cm)	范围	0.09997 - 0.2670	0.1863 - 0.2790	0.2394 - 0.3081	0.2722 - 0.3873
	均值 \pm SD	0.1735 \pm 0.0428	0.2346 \pm 0.0255	0.2689 \pm 0.0202	0.3262 \pm 0.0388
F_w (eggs/g)	范围	124.1 - 301.9	182.8 - 269.4	160.3 - 272.6	189.4 - 244.5
	均值 \pm SD	204.4 \pm 43.093	221.6 \pm 21.708	213.2 \pm 24.100	220.9 \pm 15.479
尾数		51	26	22	11

2.4 个体生殖力与体长、体重的关系

细鳞鲷体长波动范围为 21.1 - 32.4 cm, 平均为 25.41 cm; 体重波动范围在 148.3 - 562.7 g 之间, 平均为 271.83 g。个体生殖力 (F 和 F_L) 与体长、体重的关系见图 2 和图 3 (图中曲线代表拟合度最好的模式)。

2.5 个体生殖力分别与 7 项指标的回归方程

为了研究个体生殖力与各体征指标的关系, 将 110 尾细鳞鲷的个体生殖力 (F 、 F_L 、 F_w) 与年龄、体长等 7 个指标分别用 8 种数学模式进行拟合, 筛选出拟合度最好的函数关系 ($p < 0.01$) 见表 3。从表中可以看出, F 和 F_L 与性腺重的拟合度最高, 其次是与体长, 而 F_w 只与成熟系数相关。

个体生殖力与各体征指标除表 3 中所列的最适相关式外, 还可使用其它模式表达, 如 F 和 F_L 与体长、体重和年龄另外几种呈显著性相关的表达式 ($p < 0.01$) 见表 4。

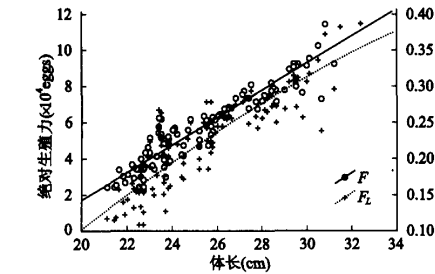


图 2 个体生殖力与体长的关系

Fig. 2 Relationship between fecundity and body length

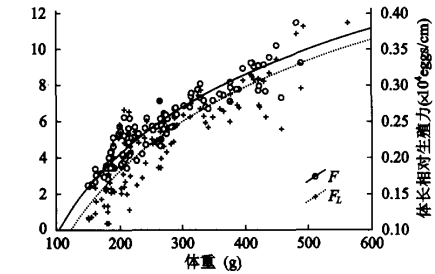


图 3 个体生殖力与体重的关系

Fig. 3 Relationship between fecundity and body weight

表 3 生殖力与各单一指标间的回归方程
Tab. 3 Regressive equation between fecundity and signal index

指标	生殖力		
	$F(\times 10^4 \text{ eggs})$	$F_L(\times 10^4 \text{ eggs/cm})$	$F_W(\text{eggs/g})$
体长(cm)	$F = -13.414 + 0.756 L$ $R^2 = 0.8786$	$F_L = 0.755 - 13.401/L$ $R^2 = 0.7689$	—
体重(g)	$F = -29.322 + 6.326 \ln W$ $R^2 = 0.8692$	$F_L = -0.712 + 0.168 \ln W$ $R^2 = 0.7626$	—
净体重(g)	$F = -25.975 + 6.073 \ln W_n$ $R^2 = 0.8190$	$F_L = -0.605 + 0.158 \ln W_n$ $R^2 = 0.6882$	—
年龄(year)	$F = 1.012 A^{1.266}$ $R^2 = 0.7877$	$F_L = 0.0666 A^{0.882}$ $R^2 = 0.6824$	—
$\sqrt{\text{体长} \times \text{体重}}$	$F = -3.404 + 0.111\sqrt{L \times W}$ $R^2 = 0.8744$	$F_L = -0.897 + 0.255 \ln\sqrt{L \times W}$ $R^2 = 0.7649$	—
性腺重(g)	$F = 0.837 + 0.113 W_0$ $R^2 = 0.9136$	$F_L = 0.0236 W_0^{0.5984}$ $R^2 = 0.8481$	—
成熟系数	$F = -2.499 + 0.525 \text{ GSI}$ $R^2 = 0.3821$	$F_L = -0.0422 + 0.0167 \text{ GSI}$ $R^2 = 0.4812$	$F_W = 78.836 + 8.415 \text{ GSI}$ $R^2 = 0.4104$

表 4 生殖力与体长、体重和年龄的另外几种相关表达式
Tab. 4 Several regressive equations between fecundity and body length, body weight and age

指标	$F(\times 10^4 \text{ eggs})$		$F_L(\times 10^4 \text{ eggs/cm})$	
体长(cm)	$F = -3.615 + 0.0144 L^2$	$R^2 = 0.8779$	$F_L = -0.0250 + 0.000379 L^2$	$R^2 = 0.7664$
	$F = -57.450 + 19.582 \ln L$	$R^2 = 0.8752$	$F_L = -1.459 + 0.521 \ln L$	$R^2 = 0.7511$
	$F = 0.000226 L^{3.126}$	$R^2 = 0.8721$	$F_L = -0.285 + 0.020 L$	$R^2 = 0.7604$
体重(g)	$F = -0.147 + 0.0219 W$	$R^2 = 0.8660$	$F_L = 0.0670 + 0.000572 W$	$R^2 = 0.7330$
	$F = 12.436 - 1628.723/W$	$R^2 = 0.8355$	$F_L = 0.402 - 44.168/W$	$R^2 = 0.7612$
	$F = 0.0201 W^{1.010}$	$R^2 = 0.8656$	$F_L = 0.00435 W^{0.704}$	$R^2 = 0.7446$
年龄(year)	$F = -1.612 + 1.882 A$	$R^2 = 0.7876$	$F_L = 0.02648 + 0.0497 A$	$R^2 = 0.6818$
	$F = 2.191 + 0.218 A^2$	$R^2 = 0.7825$	$F_L = -0.0519 + 0.205 \ln A$	$R^2 = 0.6819$
	$F = 1.761 \times 1.338 A$	$R^2 = 0.7788$	$F_L = 0.425/(1 + 6.262e^{-0.493 A})$	$R^2 = 0.6814$

2.6 个体生殖力与综合指标的回归分析

110 尾细鳞鲴的个体生殖力 (F 、 F_L 、 F_W) 分别与年龄、体长、体重、性腺重、成熟系数和 $\sqrt{\text{体长} \times \text{体重}}$ 等 7 个因素进行多元回归分析。

个体绝对生殖力 (F) 与多因素回归分析的全回归方程为:

$F = -11.298 + 0.297 A + 1.526 L + 0.127 W - 0.0192 W_n - 0.0329 W_0 + 0.279 \text{GSI} - 0.685 \sqrt{L \times W}$. 最后结果为: $F = -2.846 + 0.0192 W + 0.216 \text{GSI}$ ($p < 0.001$, $R^2 = 0.9182$). 说明个体绝对生殖力与体重和成熟系数密切相关, 且均呈正相关 (偏相关系数分别为: 0.9315, 0.6242).

个体相对生殖力 (F_L) 与多因素回归分析的全回归方程为:

$F_L = -0.281 + 0.0105 A + 0.0367 L + 0.00365 W - 0.00696 W_n - 0.00324 W_0 + 0.0139 \text{GSI} - 0.0174 \sqrt{L \times W}$. 最后结果为: $F_L = -0.504 + 0.000456 W + 0.00942 \text{GSI}$ ($p < 0.001$, $R^2 = 0.8553$). 说明体长相对生殖力与体重和成熟系数密切相关, 也都呈正相关 (偏相关系数分别为: 0.8491, 0.6768).

个体相对生殖力(F_w)与多因素回归分析的全回归方程为:

$F_w = -385.764 + 8.561A + 61.073L + 4.337W - 0.546W_n - 4.022W_o + 18.730GSI - 26.372\sqrt{L \times W}$. 最后结果为 $F_w = 78.336 + 8.415GSI$ ($p < 0.001$, $R^2 = 0.4104$). 说明体重相对生殖力仅与成熟系数相关.

3 讨论

鱼类个体生殖力不仅与外界环境条件、营养状况、鱼的本质特性有关,还与体征指标存在显著性相关. 细鳞鲴的 F 和 F_L 与体长、体重、年龄等相关密切, F_w 只与成熟系数相关,与其它指标无显著性关系,这与一些学者分别对密鲴(*Xenocypris davidi*)、蒙古红鲌(*Culter mongolicus*)和大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)等鱼类生殖力随形态学指标变化的研究结论基本一致^[7-9],说明这种关系存在一定的共性.

有些鱼类个体绝对生殖力与体长呈幂函数、与体重呈直线关系,如银鲴(*Stromateoides argenteus*)^[10]、宽体舌鲷(*Cynoglossus robustus*)^[11]、小黄鱼(*Pseudosciaena polyactis*)^[12]、巴西油鲱(*Brevoortia aurea*)^[13]和高体鲢鲈(*Rhodeus ocellatus*)^[14]等. 或与鱼的体长、体重均呈直线关系,如胡子鲇(*Clarias fuscus*)^[15]、鲂(*Megalobrama skolkovii*)^[16]、带鱼(*Trichiurus haumela*)^[17]、角鲨(*Squalus acanthias*)^[18]、鲻(*Mugil cephalus*)^[19]、裂腹鱼(*Schizothorax urvifrons*)^[20]和长丝异鳃鲶(*Heterobranchus longifilis*)^[21]等. 还有与鱼的体长、体重均呈幂函数相关,如黑斑刺盖太阳鱼(*Pomoxis nigromaculatus*)^[22]和银鲈(*Chrysichthys nigrodigitatus*)^[23]. 本文用多种相关式探讨了个体生殖力与体征指标间的关系,结果显示道观河水库细鳞鲴 F 和 F_L 与体长、体重等指标可用多种表达式拟合,且其相关性均较高. 但细鳞鲴 F 和 F_L 与体长、体重拟合度最好的分别是: F 与体长和体重分别呈直线和对数函数相关, F_L 与体长和体重均分别呈双曲线和对数相关.

根据个体生殖力与体征指标的关系,可以快速地估算鱼类个体生殖力并预测种群繁殖能力,在生产中有着比较重要的作用. 体重是鱼体大小的综合反应,同种鱼的个体生殖力与鱼体的大小密切相关,并随着鱼的增大而增大^[11]. 道观河水库细鳞鲴的 F 和 F_L 与体长和体重的相关程度均高于年龄的, F 同它们的相关性也比 F_L 的密切,从多元回归分析中也可发现个体生殖力均与体重密切相关,因而适宜用体重同生殖力的关系来预测细鳞鲴的绝对生殖力. 细鳞鲴的 F 和 F_L 同年龄、体长和体重呈现出正相关,而 F_w 同它们不表现这种关系,因此在实际中也可直接用 F_w 结合体重来预测种群生殖力,这样则更为快捷.

细鳞鲴是大水面中能自然增殖的优良品种,道观河水库这几年细鳞鲴产量下降较大,一方面是由于武汉市将道观河水库列为风景区进行开发造成的环境污染,另一方面也是由于常年捕捞,且实验样品中,2+龄组以上雌鱼的性腺大都发育到了IV-V期,这种捕捞后果是对细鳞鲴资源的一种破坏. 因此在保护水环境的同时,也要合理的捕捞.

参 考 文 献

- 1 湖北省随县桃园水库管理处, 湖北省水生生物研究所鱼类遗传育种研究室引种驯化组. 细鳞鲴的养殖及其生物学研究. 水生生物学集刊, 1975, 5(4): 421 - 438
- 2 湖北省黄冈地区水产技术推广站. 细鳞鲴的驯养. 水生生物学集刊, 1976, 6(1): 109 - 110
- 3 湖北省随县水电局. 不同类型水库引种细鳞鲴试验总结. 水生生物学集刊, 1977, 6(2): 132 - 134
- 4 王银东, 熊邦喜, 王明学等. 细鳞鲴的生物学特性与资源利用. 水利渔业, 2002, 22(3): 45 - 47
- 5 夏重志, 姜作发, 刘忠泽. 镜泊湖细鳞鲴的年龄与生长. 水产学报, 1992, 16(1): 60 - 65
- 6 徐木生, 王福庭, 石申清等. 道观河水库细鳞鲴自然增殖研究. 水利渔业, 1991, 11(1): 13 - 16
- 7 阳爱生, 卞伟. 官亭水库密鲴个体生殖力的研究. 水产学报, 1983, 7(4): 385 - 398
- 8 曹克驹, 黄学才, 高贵琴等. 丹江口水库蒙古红鲌个体生殖力及种群利用问题的探讨. 淡水渔业, 1990, 20(3): 13 - 16
- 9 郑文莲, 徐恭昭. 福建官井洋大黄鱼个体生殖力的研究. 水产学报, 1964, 1(1-2): 1 - 17
- 10 倪海儿, 龚启祥. 东海银鲳个体生殖力的研究. 浙江水产学院学报, 1995, 14(2): 118 - 122
- 11 倪海儿. 东海宽体舌鲷的个体生殖力. 水产学报, 2000, 24(4): 319 - 323
- 12 水柏年. 小黄鱼个体生殖力及其变化的研究. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2000, 19(1): 58 - 69
- 13 Macchi J G. Spawning frequency and batch fecundity of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Rio de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. *Fish Bull*, 2000, 98: 283 - 289
- 14 张堂林, 李钟杰, 崔奕波. 湖北牛山湖高体鲃的年龄、生长与繁殖. 湖泊科学, 2000, 14(3): 267 - 272
- 15 潘炯华, 郑文彪. 胡子鲇形态、生殖力和成熟系数的年周期变化的研究. 水产学报, 1983, 7(4): 353 - 363
- 16 黄道明, 林永泰, 万成炎等. 浮桥水库鲂繁殖生物学的研究. 水生生物学报, 1997, 21(1): 15 - 22
- 17 李诚华. 东海带鱼个体生殖力及其变动的研究. 海洋与湖沼, 1983, 14(3): 220 - 227
- 18 Avsar D. Age, growth, reproduction and feeding of the spurdog (*Squalus acanthias* Linnaeus, 1758) in the south - eastern Black Sea]. *Estuar Coast Shelf Sci*, 2001, 52(2): 269 - 278
- 19 Alvarez - Lajonchere L. The fecundity of mullet (Pisces, Mugilidae) from Cuban waters. *J Fish Biol*, 1982, 21: 607 - 613
- 20 Shyan Sunder, Subla B A. On the fecundity of *Schizothorax urvifrons* Heckel from River Jhelum, Kashmir. *J Indian Inst Sci*, 1984, 65(C): 31 - 36
- 21 Anibeze C I P, Inyang N M. Oocyte structure, fecundity and sex ratio of *Heterobranchius longifilis* (Valenciennes 1840) in Idodo River basin (Nigeria) with comments on the breeding biology. *J Aquat Sci*, 2000, 15: 59 - 62
- 22 Steve C B, Roy C H. Individual and relative fecundity of Black Crappie (*Pomoxis nigromaculatus*) in Baldwin Cooling Pond. *Transaction of the Illinois State Academy of Science*, 1994, 87(3): 145 - 150
- 23 Ekanem S B. Some reproductive aspects of *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) from Cross River, Nigeria. *Naga, ICLARM Q*, 2000, 23(2): 24 - 28

Study on Fecundity of *Xenocypris Microlepis* in Daoguanhe Reservoir, Hubei Province

WANG Yindong, XIONG Bangxi, MA Xufa, WANG Minxue, WANG Weimin & LIU Xiaolin

(The Fisheries College of Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070, P. R. China)

Abstract

Daoguanhe Reservoir (30°52'N, 114°59'E) situated in Wuhan, Hubei Province of China, is a middle-sized hilly-lake reservoir built in 1968. *X. microlepis* is the main fish and made up of 15% of fish product in the reservoir during 1985 – 1988. But the production of *X. microlepis* declined in recent years, the fecundity of *X. microlepis* from Daoguanhe Reservoir was studied for utilizing its resource sustainably during April to May 2001.

The scales used as aged material. The indices were measured with the routine method. All data was analyzed with STATISTICA soft. Relationship between its' fecundity and indices imitated with 8 kinds of mathematic expressions.

One hundred and ten specimens were collected belonging to the age of 2⁺ – 5⁺. Relationship between its' absolute fecundity (F) and body length (L), body weight (W) and age (A) could be expressed with the linear, logarithmic and exponential equation, respectively. Relationship between relative fecundity per centimeter (F_L) and body length, body weight and age could be described using the hyperbolic, logarithmic and exponential equation, respectively. The equations ($p < 0.01$) as follow:

$$F = -13.414 + 0.756 L \quad R^2 = 0.8786 \quad F_L = -1.459 + 0.521 \ln L \quad R^2 = 0.7664$$

$$F = -29.322 + 6.326 \ln W \quad R^2 = 0.8692 \quad F_L = -0.712 + 0.168 \ln W \quad R^2 = 0.7626$$

$$F = 1.012 A^{1.266} \quad R^2 = 0.7877 \quad F_L = 0.0666 A^{0.882} \quad R^2 = 0.6824$$

The number of relative fecundity per gram mainly ranged from 150 – 250 and averaged 212. Multi-regressive analyses showed its absolute fecundity and relative fecundity per centimeter were significant related with body weight and maturing coefficient, and relative fecundity per gram (F_W) only with maturing coefficient:

$$F = -2.846 + 0.0192 W + 0.216 \text{GSI}, (n = 110, R^2 = 0.9182, p < 0.001)$$

$$F_L = -0.504 + 0.000456 W + 0.00942 \text{GSI}, (n = 110, R^2 = 0.8553, p < 0.001)$$

$$F_W = 78.336 + 8.415 \text{GSI}, (n = 110, R^2 = 0.4104, p < 0.001)$$

Keywords: *Xenocypris microlepis*; fecundity; Daoguanhe Reservoir