



## 鱼体内锌、镉和核酸的变化及其相互关系研究

甘 居 利

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

吴 光 权

(西南农业大学测试中心, 重庆 630716)

### STUDIES ON THE RELATIONSHIP AMONG ZINC, CADMIUM, NUCLEIC ACID AND BODY LENGTH IN GRASS CARP

Gan Juli and Wu Guangquan<sup>1)</sup>

(South China Sea Fishery Institute, Chinese Fishery Sciences Academy, Guangzhou 510300)

<sup>1)</sup> (Determining Centre of South-west Agricultural University, Chongqing 630716)

**关键词** 草鱼, 锌, 镉, 核酸, 相关分析

**Key words** Grass carp, Zinc, Cadmium, Nucleic acid, Correlation analysis

锌和镉对鱼体的生长发育产生重大影响。锌参与 RNA 和蛋白质的合成, 并参与胰岛素的贮藏。鲤的缺锌症表现为生长减慢, 食欲降低和死亡率增高。镉被认为是动物体非必需的元素, 不仅降低 RNA 和蛋白质的合成速度, 而且可能破坏核糖核蛋白体<sup>[1]</sup>。迄今为止关于草鱼 *Ctenopharyngodon idellus* (C. & V.) 在生长过程中 Zn、Cd 和核酸的含量变化及其与生长之间的关系, 被了解的程度还相当有限。作者采集水库中天然生长的草鱼, 测定不同体长的草鱼肌肉中 Zn、Cd 和核酸的含量, 通过回归分析探讨草鱼在不同生长阶段中 Zn、Cd 和核酸的含量变化特点, 并同时以养殖草鱼的测定结果验证回归方程。

#### 1. 材料与方 法

##### 1.1 样品的采集与测定

天然和养殖的草鱼分别采集于重庆市郊小水库及其附近山湾鱼塘。按不同体长将水库鱼分成 14 个等级, 每等 20 尾(表 1); 分塘鱼为 5 等, 每等 7—9 尾(表 2)。取背鳍侧白肌制成匀浆, 在 UVIKIN-820 型分光光度计上按双波长分光光度法<sup>[2]</sup>测定 RNA 含量和 RNA / DNA 比率。另取躯干部肌肉, 用 PE-2280 型原子吸收仪, 分别按火焰原子吸收法和石墨炉原子吸收法<sup>[3]</sup>测定 Zn、Cd 含量。

对水库鱼是测定同规格鱼肌肉混合后的平行双样, 塘鱼是将每条做一单样。

##### 1.2 数据处理

单相关分析和偏相关分析用最小二乘法, 复相关分析用逐步回归法<sup>[4]</sup>, 采用 BASIC 语言编制程序, 在 IBM PC / AT 微型计算机上进行。

#### 2. 结果与讨论

##### 2.1 草鱼体内 Zn、Cd 和核酸的变化

从7月上旬至12月上旬,当水库草鱼体长由55mm增至260mm,其体内Zn和RNA含量呈明显的上升趋势,Cd含量在背景值水平<sup>[6]</sup>上波动,RNA / DNA则以体长153mm为界分成两段(表1)。研究表明草鱼在生长过程中能够吸收锌,并合成RNA。

表1 草鱼体内 Zn、Cd、RNA 含量和 RNA / DNA 随体长的变化

Tab.1 Variations of the RNA / DNA and contents of Zn, Cd, RNA with the body length of grass carp

体长(mm)	锌含量	镉含量	RNA含量	RNA/DNA
Body length	Zn cont.	Cd cont.	RNA cont.	Ratio
55±2.7	33.1	33.5	22.9	1.57
71±2.2	41.4	41.2	52.0	1.15
91±2.8	22.7	46.0	36.3	1.61
106±2.2	62.1	27.6	100	2.08
121±3.1	48.5	39.6	51.5	1.91
136±3.4	38.7	47.1	52.5	1.26
153±3.0	49.9	33.2	79.2	2.22
169±2.4	82.0	30.5	138	2.48
186±2.9	72.3	26.8	151	1.86
200±1.8	78.8	25.4	140	2.35
213±2.3	90.9	25.3	166	2.40
229±3.5	118	31.8	171	2.11
245±2.0	95.3	39.6	155	2.62
260±3.4	96.9	35.5	159	2.33

注: Zn、Cd、RNA含量的单位为“μg/g干重”

2.2 草鱼体长、RNA / DNA、Zn、Cd、RNA 两两间的关系

单相关分析表明:草鱼体长分别与Zn、RNA、RNA / DNA显著地正相关( $p < 0.01$ );Zn分别与RNA、RNA / DNA明显正相关( $p < 0.01$ ),但与Cd较显著地负相关( $p < 0.05$ );Cd分别与RNA、RNA / DNA有一定的负相关( $p < 0.10$ );RNA / DNA与RNA明显正相关( $p < 0.01$ )。

偏相关分析表明:相关显著对由上述的9对变为5对,即体长-镉、体长-RNA、RNA-镉(均正相关),及RNA / DNA-镉(负相关)。这说明5个因素中,任何二者间的关系都不是孤立的,而是明显受到另三个因素的影响。因此又进行了复相关分析。

2.3 草鱼体长、Zn、Cd、RNA、RNA / DNA 相互间的关系

复相关分析表明:草鱼体长与RNA和镉相关显著,RNA仅与锌相关显著,RNA / DNA仅与RNA相关显著,锌仅与RNA相关显著,见式(1)至式(5)。

$$L_{\text{体长}} = 3077C_{\text{Cd}} + 1.35C_{\text{RNA}} - 88.7 \quad (R = 0.945, F = 49.2, p < 0.001) \quad (1)$$

$$L'_{\text{体长}} = 1.12C_{\text{RNA}} + 0.414C_{\text{Cd}} \quad (R = 0.945, F = 49.2, p < 0.001) \quad (1')$$

$$C_{\text{RNA}} = 1.83C_{\text{Zn}} - 16.0 \quad (R = 0.952, F = 117, p < 0.01) \quad (2)$$

$$R_{\text{RNA / DNA}} = 0.0063C_{\text{RNA}} + 1.34 \quad (R = 0.765, F = 16.9, p < 0.01) \quad (3)$$

$$C_{\text{Cd}} = 0.0541 - 0.0098R_{\text{RNA / DNA}} \quad (R = -0.614, F = 7.27, p < 0.05) \quad (4)$$

$$C_{\text{Zn}} = 0.497C_{\text{RNA}} + 1.44 \quad (R = 0.952, F = 117, p < 0.001) \quad (5)$$

(1)、(2)、(3)、(4)、(5)式为一般方程,其中草鱼体长的单位取mm,Zn、Cd、RNA含量的单位取μg / g(干重)。可以根据实测值由这5个方程估算理论值。(1')式是由(1)式消除了单位和常数后的标准方程,从其回归系数的大小可以看出,RNA含量对草鱼生长的影响( $p < 0.001$ )比镉含量的影响( $p < 0.05$ )更大。由(1)式和(2)式推断,锌可能是通过促进RNA的合成间接地有利于草鱼的生长。仅从(1)式和

(2)式似乎可以认为镉对草鱼的生长有利,但这是不妥的,而实际上只是镉的残留量较低,尚未达到危害程度。作者曾报道,根据鱼体 RNA、RNA / DNA 分析,栖息在受镉和铜污染的上海浦东运河的几种家鱼,生长状况和生长趋势都不如上海远郊淀山湖入湖河道的同类家鱼<sup>[6]</sup>。

单相关、偏相关和复相关分析都表明 RNA 与草鱼体长的正相关,说明 RNA 对草鱼生长的影响相当大,且背景含量水平的镉难以改变这二者间的密切联系。渔业生物学和渔业环境研究中正是利用 RNA 和 RNA / DNA 研究鱼类生长,预测鱼类生长趋势,或研究环境因子对渔业环境的影响<sup>[2,6]</sup>。

2.4 对回归方程的验证

将池养草鱼的有关测定结果代入以上相应的回归方程,计算各观测指标的理论值,然后将理论值与实测值进行比较(表 2)。

由表 2 可知,25 组验证结果中,若以显著性水平  $p > 0.05$  计,则有 13 组的理论值与实测值无显著差

表 2 池养草鱼实测值与理论值的比较

Tab.2 The comparison of calculated and predicted values of pond cultured grass carp

样品数量	No.	9	9	8	8	7
体长	实测	75.8±4.1	107±6.0	140±5.2	174±4.9	204±4.2
	计算	73.7±5.1	108±7.3	136±6.6	148±9.5	184±8.8
RAN	实测	49.9±5.1	74.2±5.9	79.5±6.1	115±7.0	134±7.5
	计算	46.8±5.1	63.6±5.9	89.5±6.8	122±7.4	139±7.0
RNA/ DNA	实测	1.89±0.17	2.12±0.22	1.46±0.17	1.99±0.23	1.95±0.20
	计算	1.65±0.21	1.80±0.19	1.83±0.19	2.06±0.23	2.18±0.19
Zn	实测	34.4±3.5	43.6±3.5	57.8±4.0	75.5±3.7	85.2±5.1
	计算	39.2±4.1	51.0±4.4	53.7±4.4	71.3±6.2	82.7±7.8
Cd	实测	30.9±4.1	31.5±4.3	38.1±4.4	26.5±3.0	29.7±2.9
	计算	27.9±3.1	35.5±4.0	35.2±3.8	31.3±2.9	35.5±2.5

注: 体长单位为mm, Zn、Cd、RNA含量的单位为“μg/g干重”

异;若按  $p > 0.01$  计,则有 17 组的无显异。其中 Zn、Cd 的理论值与实测值吻合率达 80%。事实上,生物因子、环境因子和鱼体内多种元素或化合物的相互作用使理论值与实测值难以全部吻合。验证还发现池养草鱼体内的锌和 RNA 含量也是随着草鱼体长的增加而增加,这提示我们在家鱼的规模化养殖过程中,应在饵料中添加适量的锌,避免出现锌缺乏症。

验证表明,拟合的回归方程基本上能反映草鱼体内锌、镉、RNA 和 RNA / DNA 之间的定量关系。这对家鱼体内微量元素的定量研究,对鱼类生理生化研究和渔业环境的生物效应研究有一定意义。

参 考 文 献

[1] 王渊源. 鱼虾营养概论. 厦门: 厦门大学出版社. 1993

[2] Wilder I B et al. RNA / DNA ratio as an index to growth in salmonid fishes in streams contaminated by carbaryl. *J. Fish. Biol.* 1983, 22(2):165—172

[3] 杭州大学分析化学教研室. 分析化学手册(第三分册). 北京: 化学工业出版社. 1983

[4] 冯士雍. 回归分析方法. 北京: 科学出版社. 1985

[5] 雷志洪等. 鱼体微量元素的生态化学特征研究. 水生生物学报. 1994, 18(4): 309—315

[6] 甘居利等. 用鱼肌核酸指示水体污染的初步研究. 农业环境保护. 1997, 16(2): 68—73