

研究简报

## 建鲤生理生化血液流变学常值研究

### STUDY ON THE PHYSIOBIOCHEMIC AND HEMORHEOLOGIC NORMAL VALUES OF JIAN CARP (*CYPRINUS CARPIO* VAR. *JIAN*)

贝念湘 陈千里 杨红建 戴忠  
夏晓波 李新平 魏彬 刘志强

(新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052)

Bei Nian-xiang, Chen Qian-li,  
Yang Hong-jian, Dai Zhong, Xia Xiao-bo,  
Li Xin-ping, Wei Bin and Liu Zhi-qiang  
(Agriculture University of Xinjiang,  
Urumuqi 830052)

李峰 李湘南

(乌鲁木齐红雁池水产公司, 830000)

Li Feng and Li Xiang-nan  
(Hongyanchi Fisheries Company of  
Urumugi, 830000)

顾雪英

(上海教育学院, 200031)

Gu Xue-ying  
(Shanghai Institute of Education, 200031)

**关键词** 建鲤, 生理生化常值, 血液流变学常值

**KEYWORDS** *Jian carp*, *Cyprinus carpio* var. *jian*, physiobiochemic normal value, hemorheologic normal value

鲤鱼是我国分布最广的经济鱼之一。也是世界许多国家的主要淡水养殖对象。建鲤是我国张建森等科技工作者,在“七五”科技攻关期间,用家系选育系间杂交与生物工程技术相结合的综合育种方法,首次育成了我国养殖鱼类杂交定向选育的优良品种。建鲤的突出特点:①生长快、产量高,为典型的速生品种,增产效果显著。②肉质好、体型好,商品价值高。③遗传稳定性好,纯合度高,选育第六代纯合度高达95%以上,能自繁自育不影响生产性能。④抗病力强,不易生病。⑤适应性强,适于我国南北各地各种养殖方式养殖。九年来在新疆天山南北各地,较为普遍以各种形式养殖,均得到了良好经济效益。本实验用的建鲤由乌鲁木齐红雁池水产公司提供。该公司下属的淡水养殖场是一个典型的工厂化养殖场,位于乌鲁木齐东南,在红雁池火力发电厂与红雁池(自然内陆湖泊)之间。1985年起利用电厂余热温水养殖尼罗罗非鱼、鲤鱼、淡水白鲢等,由专业的孵化场养殖亲鱼提供优良的鱼种。年产鱼苗160吨,建鲤200吨,尼罗罗非鱼700吨。该场年最高气温35℃,最低气温

-25℃, 鱼池春季水温11—18℃, 夏季26—33℃, 秋季22—29℃, 冬季11—17℃。每个鱼池91m<sup>2</sup>, 水泥结构, 池底为斜坡, 水深为1.5—2m。鱼的饵料由麦皮、胡麻饼粕, 菜子饼, 2号麦, 豆饼, 鱼粉, 多维生素等组成, 幼鱼饵料含粗蛋白35—40%, 成鱼饵料含粗蛋白34%以上。幼鱼日投喂7—8次, 成鱼日投喂5—7次, 当年育成商品鱼, 鱼个体重800—1200g。

## 1 材料和方法

### 1.1 动物

由乌鲁木齐红雁池水产公司提供1kg左右标准♂♂, ♀♀建鲤, 从鱼池取出鱼后, 每7—8尾置于一只50kg容量的大型塑料桶中, 增氧、运到实验室, 转至大水族箱中备用。

### 1.2 采血

将测过心率和呼吸频率的鱼称重, 用校正过的半导体点温计测肛温。一人保定一人从口腔或尾动脉采血, 肝素抗凝(100IU/1ml), 缓慢将抗凝血充分混合均匀, 一部分用于测全血粘度( $\eta_b$ ), 血球压积(HCT), 血沉率(ESR), 全血电导率( $K_{wb}$ )。另一部分抗凝血立即分离血浆, 用于测血浆粘度( $\eta_p$ ), 血浆渗透压(OSP)和生化常值。不抗凝血制备血清测有关生化常值。用尿酸钠法制备血滤液。

### 1.3 血液流变学常值测定

#### 1.3.1 粘度

NXE-1型锥板粘度计, B转子, 锥角1.564°, 测试温度: 20℃±0.1℃。全血粘度( $\eta_b$ ): 选用230S<sup>-1</sup>、115S<sup>-1</sup>、46S<sup>-1</sup>、23S<sup>-1</sup>、11.5S<sup>-1</sup>、9.65S<sup>-1</sup>、5.75S<sup>-1</sup>七种切变率测 $\eta_b$ 。血浆粘度( $\eta_p$ ): 选用230S<sup>-1</sup>测 $\eta_p$ 。

#### 1.3.2 血浆渗透压(OSP)

取肝素抗凝血浆1ml, 用EM-4型冰点渗透压测定。

#### 1.3.3 全血电导率( $K_{wb}$ )

用DDS-11A型电导率仪测试。

#### 1.3.4 血沉率(ESR)

肝素抗凝血置于温氏管(wintrobe tube)20℃水浴1h, 记血球下沉之刻度[shi等, 1988]。

#### 1.3.5 血细胞压积(Hct)

将作过ESR的温氏管离心3000r/min, 30min, 记录刻度, 再离心5min如无明显变化, 记录血细胞下沉刻度即可; 如5min的离心血球有下沉现象, 需再离心到不再下沉为止才能记下记录刻度。

#### 1.3.6 血沉方程常数(K)值计算

$K = ESR / \ln H + (1 - H)$ , H为GCT[王天佑, 1992]。

#### 1.3.7 细胞刚性系数Tk[王天佑, 1992, 陈槐卿, 1989]

$T_k = (\eta_p^4 - 1) / \eta_p^4 \cdot HCT$ 。其中 $\eta_p = \eta_p^{15} / \eta_p$ ,  $T_k$ 反映红细胞的刚性。

#### 1.3.8 红细胞聚集性指数[王天佑, 1992, 陈槐卿, 1989]

$A_1 = \eta_p^{75} / \eta_p^6$ ;  $A_2 = \eta_p^{75} / \eta_p^{30}$ ,  $\eta_p^{75}$  (r=5.75S<sup>-1</sup>的全血粘度,  $\eta_p^6$ 、 $\eta_p^{30}$ 同理。 $A_1$ 、 $A_2$ 值反映红细胞的聚集性。

#### 1.3.9 平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)

$$MCHC = \frac{Hb(g/L) \times 10}{HCT} (\%)$$

#### 1.3.10 MCH——平均红细胞血红蛋白

$$MCH = \frac{Hb(g/L)}{RBC(10^{12}/L)} (pg)$$

### 1.3.11 平均红细胞体积(MCV)

$$MCV = \frac{HCT(\%) \times 10}{RBC} (fl)$$

## 1.4 生化常值测定

一律按《临床生化检验》的方法测定。其中血液葡萄糖(G)测定,磷钼酸显色法;血清总脂(TF)测定,香草醛显色法;血清总胆固醇(CHO)测定,乙醇抽提高铁—硫酸显色法;血清总蛋白(TP)测定,双缩脲法;血清无机磷测定,硫酸亚铁磷钼兰比色法;血清钾测定,四苯硼钠比浊法;血清钙测定,乙二醛双- $\alpha$ -羟苯胺比色法。血清白蛋白(AP),醋酸纤维素薄膜电泳。

## 1.5 生理常值测定

用LMS-2B二道生理记录仪测心率与呼吸。将二道仪的血压放大器换上生物电放大器。细心将鱼放入有水的大塑料盆中,然后将鱼赶至盘边,在鱼两胸鳍正中斜插入一电极,此电极与一组输入的红线相接,在鱼尾尾钩上一根电极与输入的绿线相接,输入的地线(黑)放入水中,此记录心电图定心率。另在鱼的鳃盖边缘钩上一根电极,此电极与另一组输入的红线相接,此组输入的绿、黑二线并在一同后置于水中,记录呼吸。电极均用针灸针制成。其余生理指标均按《我国主要畜禽生理常值测定工作若干规定》的方法进行。

## 1.6 数据处理

将所测得数据和计算后得到的数据分别整理成表,用Dbase-III建立数据库。利用《威利统计软件包》中的程序要求分析处理。以HCT、RBC、ESR、Fb、OSm、D、MCV、MCHC、MCH、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、K、T<sub>K</sub>、 $\eta_b$ 、CHO、G、TP、AP、CP,等20个参量分别与230S<sup>-1</sup>—5.75S<sup>-1</sup>7种切变率( $\tau$ )下的全血粘度( $\eta_b$ )进行逐步回归分析,检出对 $\eta_b$ 有显著影响的因子。以F<sub>b</sub>、CHO、TF、AP、GP、TP、G、OSm 8个生化常值为自变量,以 $\eta_b$ 为应变量进行多元逐步回归分析,检出对 $\eta_b$ 有显著影响的因子。

# 2 结果

## 2.1 血液流变学常值(见表1、图1)

表1 建鲤血液流变学常值

Tab. 1 The normal value of hemorheology of Jian carp

建 鲤	全血粘度 ( $\eta_b$ )							血浆 粘度 (mpas)	全血导 电 率 D(s/m)	血浆晶体 渗透压 Osm mosm/kgH <sub>2</sub> O	血 沉 率 ESR (mm/h)	血 球 面 积 Hct (%)	血沉方程 常数 K
	r:230S <sup>-1</sup>	r:115S <sup>-1</sup>	r:46S <sup>-1</sup>	r:23S <sup>-1</sup>	r:11S <sup>-1</sup>	r:9.6S <sup>-1</sup>	r:5.75S <sup>-1</sup>						
♀ n=36	4.93 ±0.47	5.10 ±0.30	5.60 ±0.40	6.42 ±0.52	6.63 ±0.56	7.34 ±0.74	7.94 ±0.89	1.83 ±0.09	0.64 ±0.03	301 ±5.78	1.68 ±0.33	43.07 ±4.25	6.13 ±1.90
♂ n=32	6.29 ±0.45	6.60 ±0.47	6.93 ±0.55	7.97 ±0.52	8.11 ±0.66	8.30 ±0.93	9.57 ±0.66	1.89 ±0.11	0.63 ±0.03	304 ±5.49	1.02 ±0.20	50.64 ±4.85	5.28 ±1.74
混测 n=56	5.65 ±1.05	3.88 ±1.12	6.43 ±1.26	7.02 ±1.64	7.75 ±1.73	8.05 ±1.86	9.02 ±2.13	1.84 ±0.17	0.61 ±0.08	301.46 ±7.68	1.33 ±0.62	45.57 ±5.76	5.82 ±2.10

注：“混测”指性别上的随机,其余各表及图均同此。

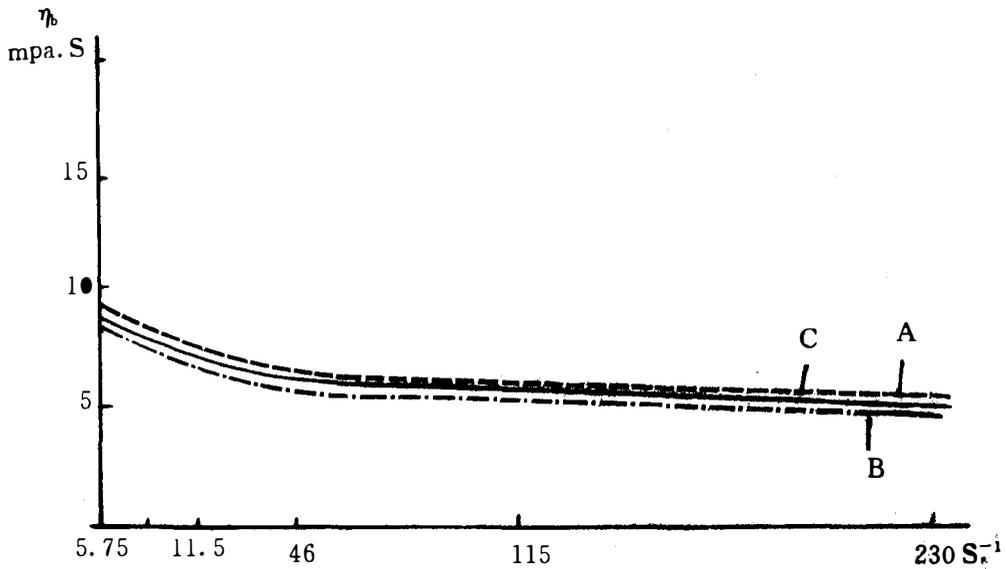


图1 切变率对全血粘度  $\eta_b$  的影响

Fig. 1 The effect of shear rate on whole blood viscosity

A - - - - 雄性建鲤; B - · - · - 雌性建鲤; C - - - - 混测56尾建鲤。

2.2 生化常值(见表2)

表2 建鲤生化常值

Tab. 2 The normal value of biochemistry of Jian carp

建鲤	血液葡萄糖 (mmol/L)	血清总脂 (g/L)	血清总胆固醇 (mmol/L)	血清钙 (mmol/L)	血清磷 (mmol/L)	血清总蛋白 (g/L)	血清白蛋白 (g/L)	血清球蛋白 (g/L)
♀ n=36	12.63±2.11	9.88±1.76	5.42±0.51	12.00±1.65	9.52±1.35	27.30±4.70	9.50±1.40	16.61±3.61
♂ n=32	11.50±2.13	9.68±1.12	6.00±0.66	11.22±1.60	10.73±2.07	31.90±5.00	11.10±2.30	29.45±3.91
混测 n=56	11.44±3.07	9.62±1.92	5.84±1.17	-	-	29.95±7.60	10.07±2.92	17.61±6.11

2.3 生理常值见表3

表3 建鲤生理常值

Tab. 3 The noonal value of bhiysiology of Jian carp

建鲤	体重 (g)	呼吸 (once/min)	呼吸 (once/min)	红细胞计数 RBC (±10 <sup>12</sup> /L)	血红蛋白 Hb (g/L)	红细胞平均 血红蛋白量 (pg)	红细胞平均 容积 MCV (fl)	红细胞平均 血红蛋白 浓度 (MCHC%)	白细胞计数 (±10 <sup>9</sup> /L)	肛温 (°C)
♀ n=36	800~1000	23.07 ±3.73	11.25 ±2.21	1.78 ±0.34	104.48 ±11.22	62.44 ±6.06	286.54 ±24.98	24.74 ±1.31	13.97 ±2.84	12.57 ±1.51
♂ n=32	800~1200	22.66 ±2.71	10.57 ±1.54	1.79 ±0.37	112.08 ±9.73	61.96 ±6.42	289.24 ±25.24	23.83 ±1.63	10.87 ±2.90	13.13 ±1.82
混测 n=56	800~1200	-	-	1.84 ±0.32	109.78 ±11.52	61.48 ±12.77	264.33 ±52.36	23.21 ±2.39	12.30 ±2.98	-

### 3 讨论与结论

(1)多元逐步回归分析结果。①建鲤的20个生理生化血液流变常值中,对不同 $\gamma$ 下 $\eta_b$ 产生显著影响的因子是:红细胞压积(HCT),血浆粘度( $\eta_b$ ),红细胞刚性系数( $T_k$ ),红细胞聚集指数( $A_1$ )、( $A_2$ ),还有平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC),血红蛋白( $H_b$ ),全血电导率(D)和血清总脂(TF)。②影响建鲤的血浆粘度的生化因子是,血浆纤维蛋白、血清白蛋白(AP)。

(2)从图1可见:建鲤的 $\eta_b$ 在高切( $r$ )时并不高,这显然与鱼类红细胞有核,膜较硬[Richard,1992],红细胞的微管结构和边缘带[Gascoyne等,1992]会降低膜的流变性和弹性,从而刚性较大的理论有矛盾,但本文揭示了建鲤的 $\eta_b$ 在高 $\gamma$ 时值并不高这个事实,原因何在?尚等进一步探讨。

(3)从图1还可看出建鲤的 $\eta_b$ 在低 $\gamma$ 时,随 $\gamma$ 的降低而上升,但远不马[刘志强,1992a]、[刘志强,1992b]、或其它哺乳动物那么明显。这可能是建鲤①MCV较大(是人的3倍,骆驼的7.7倍,山羊的15.8倍),红细胞的表面积也大,膜的表面均为负电荷,斥力也就大故不易叠连;②建鲤的红细胞呈卵圆形,红细胞间的接触面积相对减少,大分子蛋白质(纤维蛋白原、球蛋白)的桥联能变小,红细胞不易叠连,从而聚集性差,所以在低切( $\gamma$ )时随 $\gamma$ 的降低, $\eta_b$ 上升不甚明显。

(4)建鲤除肉最多,肉质好,性情温顺,生长快,节省饲料,适应性强等优点外,本文作者随机取样建鲤56尾,尼罗罗非鱼58尾,它们在同样水温,同样饲料配方,同样投喂次数的情况下,血清总胆固醇建鲤为 $5.8434 \pm 1.175 \text{mmol/L}$ ,尼罗罗非鱼为 $8.016 \pm 3.461 \text{mmol/L}$ ,可见其品质优良。为此建鲤确实应大力推广。

国家自然科学基金资助项目(39360066)。

### 参 考 文 献

- [1] 王天佑,1992,血液流变学(第二版),62—65,新疆科技卫生出版社(乌鲁木齐)。
- [2] 刘志强等,1992a,伊犁马血液流变学常值测定,医学生物物理学(第三辑),54—57,上海科学技术文献出版社。
- [3] ——,1992b,新疆白猪生理生化血液流变学常值测定的研究,中国血液流变杂志,2(2):41—47。
- [4] 陈槐卿,1989,血液流变学及其临床应用,98—104。四川教育出版社(蓉)。
- [5] Richard, E, Waugh, 1992, Red cell deformability in different vertebrate animals, *clinical hemorheology*, 12:649—656.
- [6] Gascoyne, S. C. *et al.*, 1992. Patterns of variation invertebrate haematology. *Clinical hemorheology*, 12:627—637.
- [7] Shi yongde *et al.*, 1988. An Equation relating erythrocyte sedimentation rate (ESR) to hematocrit (Hct) and its implication. *Clinical Hemorheology*, 8:669—678.