

文章编号:1000-0615(2009)06-0957-07

黑龙江野鲤和建鲤正反交与自交子代血液学指标比较

李冰¹, 张成锋^{1,2}, 朱健^{1,2,3}, 钟立强^{2,3}, 王建新²

(1. 南京农业大学无锡渔业学院, 江苏 无锡 214081;

2. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 农业部淡水鱼类遗传育种和
养殖生物学重点开放实验室, 江苏 无锡 214081;

3. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

摘要:从2008年8月25日至10月8日对黑龙江野鲤自交子代、建鲤自交子代、黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代和黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代4个群体进行了为期45 d的网箱养殖。而后,对两杂交群体和两自交群体血液学指标进行了测量比较,分析由于杂交而造成的血液学指标的变化并探讨其生物学意义。结果显示,黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代与黑龙江野鲤自交子代相比在血糖和血红蛋白2个指标上分别存在极显著和显著差异($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$);与建鲤自交子代相比在总蛋白和平均红细胞血红蛋白浓度2个指标上分别存在极显著和显著差异($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$)。黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与黑龙江野鲤自交子代相比在总蛋白、谷丙转氨酶、总胆固醇和血红蛋白4个指标上分别存在极显著和显著差异($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$);与建鲤自交子代相比在谷丙转氨酶、血糖、甘油三脂和谷草转氨酶:谷丙转氨酶4个指标存在极显著差异($P < 0.01$)。血液学指标的差异反映出,两杂交群体和两自交群体相比,在代谢水平、免疫能力、肝脏功能、性腺发育和氧的运输能力上均发生了不同程度的变化,而这些变化可能是由于亲本不同造成子代遗传结构的不同而引起。

关键词:黑龙江野鲤;建鲤;正反交子代;自交子代;血液学指标

中图分类号:S 917

文献标识码:A

血液在血管内边流动边行使它的功能,与淋巴液、组织液共同构成动物的内环境,对动物的呼吸、营养代谢、体液调节、维持内环境的稳定和免疫等机能有着不可或缺的作用^[1]。正常血液指标值能反映物种的属性和动物的正常生理状态,当鱼体受到外界因子的影响而发生生理或病理变化时,必定会在血液指标中反映出来,因此血液指标被广泛地用来评价鱼类的健康状况、营养状况及对环境适应状况。国内外均有关于鱼类血液学研究的相关报道,在生理学^[2-6]、毒理学^[7-9]、病理学^[10-11]、营养学^[12-14]等方面也积累了一定资料。杂交作为遗传学经典的育种方法在鱼类的育种工作中被广泛的应用^[15-16],但是对于杂交子代的研究大都集中在形态学^[17-19]、遗传学^[19-21]、

生长性能^[22-24]、肌肉营养成分^[25-27]等方面,而关于杂交对于子代血液学指标影响的研究相对较少^[28-29]。

本研究以中国水产科学研究院淡水研究中心现有的建鲤选育群体为育种基础群,引进黑龙江野鲤,完成了两亲本群体的自交和正反交,获得了两个自交群体和正反交群体。在进行了45 d的网箱养殖试验后对两杂交群体和正反交群体的血液学指标进行了测量比较,分析由于杂交而造成的血液学指标的变化并探讨其生物学意义。

1 材料与方法

1.1 试验鱼的获取及养殖

2008年5月在淡水渔业研究中心宜兴养殖

收稿日期:2009-03-09 修回日期:2009-05-26

资助项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心)(2007JBF04);现代农业产业技术体系建设专项资金

通讯作者:朱健, E-mail: zhuj@ffrc.cn

基地完成了黑龙江野鲤与建鲤的自交和正反交,获得了黑龙江野鲤自交子代(HL),建鲤自交子代(JL),黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代(HJ),建鲤♀×黑龙江野鲤♂子代(JH)4个群体。

自2008年8月25日至10月8日在面积为500 m²的室外水泥池内进行了为期45 d的网箱养殖,网箱规格为2 m×1 m×1 m,养殖密度为60尾/网箱,每个组合设3个重复,共计12个网

箱。养殖期间每日8:00、11:00、14:00、16:00定时投喂颗粒饲料,每日投喂量视摄食情况而定,平均日投喂量约为体重的3%;每日测量记录水温、溶氧,每3天对pH、H₂S、氨氮、NO₂⁻、盐分进行一次测量(MR-220A智能型水质分析仪),测得数据见表1。根据测得水质化学参数进行人工增氧、更换网箱或更换新池,保证试验鱼在一个健康稳定的环境中生长。

表1 水质的化学参数

Tab.1 Chemical parameters of water quality

参数 parameter	范围 range	平均值 mean value
水温(℃) temperature	23.0~28.5	26.01±2.53
溶氧(mg/L) dissolved oxygen	4.2~11.0	6.71±2.33
pH	7.1~8.4	7.53±0.28
H ₂ S(mg/L)	0.008~0.061	0.032±0.013
氨氮 ammonium(mg/L)	0.017~0.061	0.042±0.024
盐分 salinity	0.46~1.01	0.675±0.145
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.005~0.063	0.039±0.021

1.2 样本的采集

每个群体随机抽取26尾试验鱼,雌雄各半,取样前24 h停止投喂。首先测量体重、体长、体厚、体高,然后尾静脉采血,所采血样分两组:一组,12 000 r/min快速离心5 min,取血清^[2],用于血清生指标的测量;另一组,肝素抗凝,用于血液常规参数的测量。所有血样均放置-20℃以下保存,48 h内测完。

1.3 血液学指标测定

所采血清使用BECKMAN COULTER DXC-800全自动生化分析仪进行分析测定;所采全血使用BECKMAN COULTER LH750全自动血球分析仪进行分析测定。

1.4 数据处理

所有数据均通过SPSS 16.0软件完成处理分

析。所得数据首先利用单样本K-S检验进行拟合优度的非参数检验,确定各样本所来自总体均为正态分布,在此基础上利用两独立样本的t检验,进行两两比较,结果用mean±SE表示。

2 结果

2.1 形态学数据

4个群体的形态学数据见表2。两个杂交群体分别与两个自交群体形态学数据进行比较分析,结果表明:黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代与两自交群体相比在体重、体长、体高、体厚上均存在显著差异($P<0.05$);黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与黑龙江野鲤自交子代相比在体重和体高上存在显著差异($P<0.05$),与建鲤自交子代在4个形态学指标上均不存在显著差异。

表2 4个群体的形态学数据

Tab.2 Morphological data of four groups

群体 group	日龄(d) day age	体重(g) body weight	体长(mm) body length	体高(mm) body height	体厚(mm) body depth
HL	150	52.33±1.14	121.35±0.94	40.30±0.31	23.82±0.19
HJ	150	66.74±1.45	131.35±0.96	42.80±0.34	26.32±0.26
JH	150	59.77±1.43	124.55±1.01	41.85±0.38	24.36±0.22
JL	150	60.37±1.56	124.86±1.06	42.72±0.40	24.97±0.24

2.2 血清生化指标

本实验共测定了总蛋白、碱性磷酸酶、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、血糖、甘油三脂、总胆固醇、谷草转氨酶:谷丙转氨酶共 8 个生化指标,结果见表 3。两个杂交群体分别与两个自交群体血清生化指标进行比较分析,结果表明:黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代与黑龙江野鲤自交子代相比在血糖指标上存在极显著差异($P < 0.01$);与建鲤自交子代

相比在总蛋白指标上存在极显著差异($P < 0.01$)。黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与黑龙江野鲤自交子代相比在总蛋白、谷丙转氨酶及总胆固醇 3 个指标上存在极显著差异($P < 0.01$);与建鲤自交子代相比在谷丙转氨酶、血糖、甘油三脂的含量及谷草转氨酶与谷丙转氨酶的比值 4 个指标上存在极显著差异($P < 0.01$)。

表 3 4 个群体的血清生化指标
Tab.3 Serum biochemical indices of four groups

生化指标 biochemical indices	HL	HJ	JH	JL
总蛋白 TP (mg/L)	21.36 ± 0.42	21.28 ± 0.34	19.08 ± 0.26	18.26 ± 0.43
碱性磷酸酶 ALP (IU/L)	20.50 ± 2.96	14.06 ± 2.84	14.78 ± 1.74	12.67 ± 1.13
谷丙转氨酶 ALT (IU/L)	14.44 ± 1.07	14.78 ± 1.45	9.89 ± 0.87	14.42 ± 0.93
谷草转氨酶 AST (IU/L)	372.67 ± 30.38	331.39 ± 40.91	307.78 ± 27.04	273.00 ± 25.20
谷草:谷丙 AST:ALT	26.75 ± 2.07	22.44 ± 2.01	31.83 ± 2.32	18.80 ± 0.97
血糖 GLU (mmol/L)	10.76 ± 0.48	8.01 ± 0.60	8.60 ± 0.77	7.33 ± 0.78
甘油三脂 TG (mmol/L)	2.21 ± 0.19	2.45 ± 0.33	2.44 ± 0.28	1.43 ± 0.20
总胆固醇 CHOL (mmol/L)	2.72 ± 0.09	2.86 ± 0.12	3.02 ± 0.11	2.95 ± 0.14

2.3 血液常规参数

本实验共测定了血红蛋白、红细胞计数、红细胞压积、平均红细胞体积、平均红细胞血红蛋白含量、平均红细胞血红蛋白浓度、红细胞分布宽度共 7 个常规参数(表 4)。两个杂交群体分别与两个自交群体血液常规参数进行比较分析,结果表明:黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代与黑龙江野鲤自交子

代在血液中血红蛋白的含量上均存在显著差异($P < 0.05$);与建鲤自交子代在平均红细胞血红蛋白浓度上存在显著差异($P < 0.05$)。黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与黑龙江野鲤自交子代在血液中血红蛋白的含量上均存在显著差异($P < 0.05$);与建鲤自交子代相比所测常规参数均不存在显著差异($P > 0.05$)。

表 4 4 个群体的血液常规参数
Tab.4 Hematological general parameters of four groups

常规参数 general parameters	HL	HJ	JH	JL
血红蛋白 HGB (g/L)	124.83 ± 2.59	116.00 ± 2.67	116.50 ± 1.56	118.25 ± 4.20
红细胞计数 RBC ($\times 10^{12}/L$)	1.96 ± 0.05	1.85 ± 0.03	1.82 ± 0.02	1.90 ± 0.07
红细胞压积 HCT	0.41 ± 0.03	0.36 ± 0.02	0.39 ± 0.03	0.40 ± 0.02
平均红细胞体积 MCV (fL)	213.03 ± 11.13	193.73 ± 8.07	217.43 ± 10.26	208.95 ± 5.40
平均红细胞血红蛋白含量 MCH (pg)	65.22 ± 2.25	63.20 ± 0.78	62.75 ± 1.45	62.20 ± 0.63
平均红细胞血红蛋白浓度 MCHC (g/L)	312.50 ± 26.25	328.00 ± 10.28	290.00 ± 12.34	299.12 ± 8.44
红细胞分布宽度 RDW	29.28 ± 2.55	32.42 ± 1.81	28.15 ± 1.88	27.54 ± 1.52

3 讨论

3.1 实验结果的影响因素

动物生存的外环境经常发生变化,血液中的各种理化特性(如酸碱度、渗透压、温度等)以及各种化学成分的浓度虽然也经常处于变动中,但一般不会超出一定范围,而是处于相对稳定的状

态^[30]。本实验的试验鱼在相同水域、同种养殖方式进行养殖,试验鱼日龄、养殖密度、投喂时间和饲料品种均相同,并定期对水质进行检测和控制,力求试验鱼在一个健康的环境中生长,使得试验鱼的血液学指标处于正常且相对稳定的水平。由于本实验本身是杂交试验,所获的杂交群体在形态学指标上与自交群体相比存在一定的差异(表

2),而这些差异会对血液学指标造成了一定的影响。但是形态学上的差异同样是由于杂交产生,人为无法消除且不宜控制,所以本试验采样时采取随机抽样的方式,每个群体随机抽取26尾试验鱼,且雌雄各半,以抽样群体来反映相同日龄和养殖条件下两杂交群体与两自交群体的血液学指标上的差异。

3.2 血清生化指标

杂交对血糖的影响 血糖来自食物中消化吸收后的葡萄糖及肝糖元的分解和异生作用,是机体组织生化活动所需要的能量来源,是反映糖类代谢的重要生理指标^[31]。本实验中,黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代与黑龙江野鲤自交子代相比,黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与建鲤自交子代相比在血清中血糖含量上均存在极显著差异,这表明,黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代与黑龙江野鲤自交子代相比,黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与建鲤自交子代相比在糖代谢水平上存在显著差异。

杂交对血清蛋白的影响 血清蛋白质的主要生理功能是维持胶体渗透压,具有运输、免疫、修补组织和缓冲等作用,血清蛋白质含量升高有利于提高动物的免疫能力^[32],差异性及各值的比较表明,两杂交群体在免疫能力相对于建鲤自交子代有不同程度的提升,相对于黑龙江野鲤自交子代则有所下降。一般而言,血清蛋白随着生长而增加,即使同一年龄的鱼,生长快的鱼血清蛋白量也偏多^[1],而骆作勇等^[33]在研究不同投喂模式下奥利亚罗非鱼血液指标的变化过程中,发现奥利亚罗非鱼血清中总蛋白和增重率存在极显著正相关,并提出血清中总蛋白可以作为生长性能的新指标,也印证了这一点。在本实验中血清总蛋白的含量上,黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代显著高于建鲤自交子代、黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代则显著低于黑龙江野鲤自交子代,而在本试验四个群体血清中总蛋白和增重率之间是否也存在这种相关性,杂交群体和自交群体相比在增重率上是否存在显著差异,还需要将血清蛋白和增重率进行相关性分析进一步确定。

杂交对谷丙转氨酶的影响 谷丙转氨酶主要存在于肝细胞浆内,当肝细胞有损害时,酶从细胞内逸出进入血液,使其数值升高,在医学上将其作为反映肝脏功能、健康状况的一个重要指标^[34],而在鱼类的血液学研究过程中也有学者将

其作为反映鱼类肝脏功能的重要指标^[35]。黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与两自交群体相比在血清中谷丙转氨酶的含量上存在的极显著差异表明,其与两自交群体相比在肝脏功能上发生了显著的变化。

杂交对胆固醇的影响 胆固醇的高低反映脂类吸收的状况,同时也反映肝脏的脂肪代谢的状况^[32],而黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与黑龙江野鲤自交子代在血清中胆固醇的含量上存在极显著的差异,这表明杂交使得黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代在肝脏脂肪代谢水平较黑龙江野鲤自交子代发生显著的变化。另外,常玉梅等^[36]在研究低温胁迫对鲤鱼血清生化指标的影响时发现,随着温度的降低,血清中胆固醇的含量明显降低;而何福林等^[35]在研究水温对虹鳟血液学指标影响的过程中也发现,当温度升高时其血清中的胆固醇的含量也呈现下降的趋势,均表明在环境温度变化时鱼类为了维持其细胞膜的通透性和完整性及机体的正常生理功能,胆固醇代谢增强,而本研究中黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与黑龙江野鲤自交子代在血清中总胆固醇的含量上的显著差异是否可以作为二者对于环境温度适应能力的判别依据,还需要进行相关性分析来判断。

杂交对甘油三酯和谷草转氨酶与谷丙转氨酶的比值的影响 甘油三酯是鱼类脂类代谢的主要物质,体脂高的鱼类一般血脂也高,血脂与体脂具有正相关性^[37],而体内脂肪的积累对于性腺的发育非常重要,因为性腺的发育靠体内积累大量的脂肪来转化^[5,38],黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与建鲤自交子代相比在血清中甘油三酯的含量上存在极显著差异表明:两个群体在性腺发育和脂类代谢水平上存在一定的差异。

3.3 血液常规参数

杂交对血红蛋白的影响 红细胞及其血红蛋白在血液中的重要生理作用是运输氧,在血液中运输的氧绝大部分是以血红蛋白为载体,只有极少一部分溶解在血浆中被运输的^[39]。本实验中,两杂交群体在血红蛋白的含量上均显著低于黑龙江野鲤自交子代,在红细胞计数上两杂交群体与黑龙江野鲤自交子代虽无显著性差异,但是在均值上均低于后者,表明两杂交群体在氧的运输能力上较黑龙江野鲤自交子代有所下降。

杂交对平均红细胞血红蛋白浓度的影响

通常情况下认为,平均红细胞血红蛋白浓度偏低,氧的运输能力下降,但平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)不是血细胞分析仪直接测量的参数,而是与血红蛋白(HGB)和红细胞比积(HCT)有关的计算参数,并且在血细胞分析仪的检测过程中,MCHC存在假性增高的现象^[40],黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代在平均红细胞血红蛋白浓度显著高于建鲤自交子代,但其在红细胞计数和血红蛋白含量上均低于建鲤自交子代,因此仅凭平均红细胞血红蛋白浓度的显著差异并不能客观的反映黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代与建鲤自交子代在氧的运输能力上是否存在显著差异。

4 小结

黑龙江野鲤♀×建鲤♂子代和黑龙江野鲤♂×建鲤♀子代与黑龙江野鲤自交子代和建鲤自交子代在某些血液学指标上的显著或极显著的差异反映出,两杂交群体和两自交群体相比,在代谢水平、免疫能力、肝脏功能、性腺发育和氧的运输能力上均发生了不同程度的变化。这些变化可能是因为他们的遗传结构不同而造成的,因为他们的亲本组成不同。而这些变化对于杂交群体生长性能和抗逆能力是否有影响及影响程度,还需要将血液学指标结合生长性能和抗逆能力做相关性分析,作进一步的研究。

参考文献:

- [1] 尾崎久雄. 鱼类血液与循环生理[M]. 上海:上海科学与技术出版社,1982.
- [2] Borges A, Scotti L V. Hemato-logic and serum biochemical values for jundia (*Rhamdia quelen*) [J]. *Fish Physiol Biochem*,2004,30:21-25.
- [3] Yakhnenko V M, Yakhnenko M S. Haematological parameters of Lake Baikal oilfish (golomyanka) (*Comephorus dybowskii* and *Comephorus baicalensis*) [J]. *Hydrobiologia*,2006, 568(S):233-237.
- [4] Gao Z X, Wang W M. Haematological characterization of loach *Misgurnus anguillicaudatus*: Comparison among diploid, triploid and tetraploid specimens [J]. *Fish Physiol Biochem*, 2007, 147(4):1001-1008.
- [5] 张 涛,章龙珍,赵 峰,等. 基于血液生化指标判别分析西伯利亚鲟性别及卵巢发育时期[J]. *中国水产科学*,2007,14(2):236-242.
- [6] Valenzuela A E, Silva V M, Klempau A E. Effects of different artificial photoperiods and temperatures on haematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. *Fish Physiol Biochem*, 2008,34:159-167.
- [7] Ramesh S R, Romesh M. Influence of zinc on cadmium induced haematological and biochemical responses in a freshwater teleost fish *Catla catla* [J]. *Fish Physiol Biochem*,2008,34:169-174.
- [8] Cazenave J, Wunderlin D A. Haematological parameters in a neotropical fish, *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) (Pisces, Callichthyidae), captured from pristine and polluted water[J]. *Hydrobiologia*, 2005,537:25-33.
- [9] 冯 建,刘永坚,田丽霞,等. 草鱼实验性镉中毒对肝胰脏、肾脏和骨骼的影响[J]. *水产学报*,2004, 28(2):195-198.
- [10] 冯守明,杨先乐,李 军,等. 凡纳滨对虾白斑综合征血液病理研究[J]. *水产学报*,2006,30(1):108-112.
- [11] 张成松,李富花,于奎杰,等. 病原感染条件下中国对虾二倍体和三倍体血液学变化[J]. *水产学报*, 2004,28(5):535-540.
- [12] Sukumaran K, Pal A K. Haemato-biochemical responses and induction of HSP70 to dietary phosphorus in *Catla catla* (Hamilton) fingerlings [J]. *Fish Physiol Biochem*, 2008,34:299-306.
- [13] 杜震宇,刘永坚,郑文辉,等. 三种脂肪源和两种降脂因子对鲈生长、体营养成分组成和血清生化指标的影响[J]. *水产学报*,2002,26(6):543-550.
- [14] 马 利,黄 峰,吴建开,等. 不同菜粕水平对草鱼生长、血清生化指标和毒素残留的影响[J]. *水产学报*,2005,29(6):798-803.
- [15] Bartley D M, Rana K, Immink A J. The use of interspecific hybrids in aquaculture and fisheries [J]. *Fish Biology and Fisheries*,2001,10:325-337.
- [16] 楼允东. 我国鱼类近缘杂交研究及其在水产养殖上的应用[J]. *水产学报*,2007,31(4):532-538.
- [17] 李家乐,李思发,李 勇,等. 尼罗鱼[尼罗罗非鱼(♀)×奥利亚罗非鱼(♂)]同其亲本的形态和判别[J]. *水产学报*,1999,23(3):262-265.
- [18] 俞菊华,夏德全. 奥利亚罗非鱼(♀)×鳊(♂)杂交后代的形态[J]. *水产学报*,2003,27(5):431-435.
- [19] 顾志敏,贾永义,叶金云,等. 翘嘴红鲌(♀)×团头鲂(♂)杂种F1的形态特征及遗传分析[J]. *水产学报*,2008,32(4):533-543.
- [20] 杨怀宇,李思发,邹曙明. 三角鲂与团头鲂正反交

- F_1 的遗传性状[J]. 上海海洋大学学报, 2002, 11(4): 305-309.
- [21] 杨弘, 夏德全, 刘蕾, 等. 奥利亚罗非鱼(♀)、鳊(♂)及其子代间遗传关系的研究[J]. 水产学报, 2004, 28(5): 594-598.
- [22] 朱健, 王建新, 龚永生. 建鲤遗传改良的初步研究[J]. 中国水产科学, 2001, 8(2): 7-9.
- [23] 李思发, 颜标, 蔡完其, 等. 尼罗罗非鱼与萨罗罗非鱼正反交自繁后代 F_2 耐盐性、生长性能及亲本对杂种优势贡献力的评估[J]. 水产学报, 2008, 23(3): 335-341.
- [24] 佟雪红, 袁新华, 董在杰, 等. 建鲤自交及与黄河鲤正反杂交子代的生长比较和通径分析[J]. 水产学报, 2008, 32(2): 182-189.
- [25] 金万坤, 杨建新, 高永平, 等. (团头鲂♀ × 翘嘴红鲌♂) 杂种 F_1 的含肉率、肌肉营养成分及氨基酸含量[J]. 淡水渔业, 2006, 36(1): 50-53.
- [26] 王金龙, 杨弘, 吴婷婷. 奥利亚罗非鱼 × 鳊杂交 F_3 与其母本含肉率及肌肉营养成分的比较[J]. 农业生物技术学报, 2006, 14(6): 879-883.
- [27] 关健, 柳学周, 翟毓秀, 等. 褐牙鲮(♀) × 犬齿牙鲮(♂) 杂交 F_1 代及其亲本肌肉营养成分分析与比较[J]. 中国水产科学, 2007, 14(7): 41-46.
- [28] 龙华, 邹桂伟, 陈建武, 等. 鲇、大口鲇及其杂交鲇(鲇♀ × 大口鲇♂) 血液生理生化指标比较及转铁蛋白等位基因分析[J]. 长江大学学报(自科版), 2006, 3(2): 161-164.
- [29] 王金龙, 杨弘, 吴婷婷. 奥利亚罗非鱼(♀) × 鳊(♂) 远缘杂交子代与亲本血液学指标的比较[J]. 中国水产科学, 2008, 15(5): 766-771.
- [30] 王玢. 人体及动物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1986.
- [31] 王镜岩, 朱圣庚, 徐成法. 生物化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [32] 赵红霞, 曹俊明, 朱选, 等. 日粮添加谷胱甘肽对草鱼生长性能、血清生化指标和体组成的影响[J]. 动物营养学报, 2008, 20(5): 540-546.
- [33] 骆作勇, 王雷, 王宝杰, 等. 不同投喂模式对奥利亚罗非鱼血液生化指标与生长性能的影响[J]. 中国水产科学, 2007, 14(5): 743-748.
- [34] 刘巍巍, 顾文君, 沈锡中. 血清生化指标对慢性乙型肝炎肝纤维化及炎症程度的诊断价值[J]. 中国临床医学, 2005, 12(1): 65-67.
- [35] 何福林, 李建国, 李常健, 等. 水温对虹鳟血液学指标影响的初步研究[J]. 水生生物学报, 2007, 31(3): 363-369.
- [36] 常玉梅, 曹鼎臣, 孙效文, 等. 低温胁迫对鲤血清生化指标的影响[J]. 水产学杂志, 2006, 19(2): 71-75.
- [37] 罗毅平, 袁伦强, 曹振东, 等. 嘉陵江大鳍鲮和瓦氏黄颡鱼血液学指标的研究[J]. 水生生物学报, 2005, 29(2): 161-166.
- [38] 章龙珍, 庄平, 张涛, 等. 人工养殖不同年龄史氏鲟的血液生化指标[J]. 水产学报, 2007, 31(2): 159-164.
- [39] 林浩然. 鱼类生理学[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1999.
- [40] 钟万芬, 乐家欣. 血细胞分析仪检测中 MCHC 假性增高的原因及处理方法[J]. 现代检疫医学杂志, 2008, 23(6): 127.

Comparison on hematological indices between the reciprocal hybrids and inbred offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* and *Cyprinus carpio* var. *jian*

LI Bing¹, ZHANG Cheng-feng^{1,2}, ZHU Jian^{1,2,3}, ZHONG Li-qiang^{2,3}, WANG Jian-xin²

(1. College of Fisheries, Nanjing Agricultural University, Wuxi 214081, China;

2. Key Open Laboratory for Genetic Breeding and Aquaculture Biology of Freshwater Fishes, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China;

3. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: From August 25 to October 10 in 2008, four groups of inbred offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* (HL), inbred offspring of *Cyprinus carpio* var. *jian* (JL), offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* ♀ × *Cyprinus carpio* var. *jian* ♂ (HJ), offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* ♂ × *Cyprinus carpio* var. *jian* ♀ (JH) were cultured in cages for 45 days. Then, eight serum biochemical indices and seven hematological general parameters of two hybrid and two inbred populations were determined and compared in order to analyze the changes of hematological indices due to crossbreed and discuss the biological significance. The results show that there are significant differences on a serum biochemical index (glucose) ($P < 0.01$) and a hematological general parameter (hemoglobin) ($P < 0.05$) between offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* ♀ × *Cyprinus carpio* var. *jian* ♂ and inbred offspring of *Cyprinus carpio haematopterus*; there are significant differences on a serum biochemical index (total protein) ($P < 0.01$) and a hematological general parameter (haematocrit) ($P < 0.05$) between offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* ♀ × *Cyprinus carpio* var. *jian* ♂ and inbred offspring of *Cyprinus carpio* var. *jian*. Furthermore, there are significant differences on these serum biochemical indices (total protein; glutamic-oxalacetic transaminase; cholesterol) ($P < 0.01$) and a hematological general parameter (hemoglobin) ($P < 0.05$) between offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* ♀ × *Cyprinus carpio* var. *jian* ♂ and inbred offspring of *Cyprinus carpio haematopterus*; there are significant differences on four serum biochemical indices (glutamic-oxalacetic transaminase; glucose; triglyceride) ($P < 0.01$) between offspring of *Cyprinus carpio haematopterus* ♀ × *Cyprinus carpio* var. *jian* ♂ and inbred offspring of *Cyprinus carpio* var. *jian*, but there is no significant difference on hematological general parameter between the two populations. The differences on hematological indices between two hybrid and two inbred populations reflect that the level of metabolism, immunity, the function of liver, gonad development, the transport capacity of oxygen are changed in different degrees of the two hybrid populations compared with the two inbred populations. It can be concluded that these changes are due to their different genetic compositions, because they have different parents. The correlation analysis between the hematological indices and growth behavior, stress resistance should be made in order to verify whether these changes have influence on growth behavior, and stress resistance of two hybrid populations and determine the influence degree.

Key words: *Cyprinus carpio haematopterus*; *Cyprinus carpio* var. *jian*; reciprocal hybrid offspring; inbred offsprings; hematological indices