

水温对虹鳟血液学指标影响的初步研究

何福林^{1,2} 向建国¹ 李常健² 李治章² 陈开健¹

(1. 湖南农业大学动物科学技术学院,长沙 410128; 2. 湖南科技学院,永州 425100)

摘要:采用显微记数法和使用日立 7170A 全自动生化分析仪及贝克曼 CX-3 电解质分析仪,检测水温 14、19 和 23 时虹鳟血液红细胞数量和血清有机成分与无机微量元素的含量或活性。结果表明:水温 14—23 范围内,虹鳟红细胞数量随水温上升急剧减少;血清中谷丙转氨酶活性随水温上升而升高,谷草转氨酶活性随水温上升先升高后降低;血清中总蛋白、球蛋白含量随水温上升而增加,白蛋白、血糖和总胆固醇含量随水温上升先增加后减少,甘油三酯含量随水温上升而减少;血清中铜元素含量变化比率大,钾、磷、钙、镁、钠、氯、铁元素含量变化不显著。分析了虹鳟在温水环境中生化因子变化规律,为冷水性鱼类虹鳟温水驯化和基因工程技术提供可借鉴的技术资料。

关键词:虹鳟;水温;血液学指标

中图分类号:S917.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3207(2007)03-0363-07

虹鳟(Rainbow trout)属鲑形目鲑科,冷水性鱼类,肉质鲜嫩,味美无腥、无小刺,蛋白质、脂肪和不饱和脂肪酸(IPA)含量高,现已被我国列为淡水养殖的优良品种。生长水温 3—24℃,适宜生长水温 12—18℃,低于 7℃或高于 20℃,食欲降低,生长减慢,超过 24℃,停止摄食,长时间生活会导致死亡,27—30℃,短时间内死亡^[1]。

血液是动物体内一种极其重要的组织,正常血液指标能反映动物种的属性和正常生理状态,鱼类血液与机体的代谢、营养状况及疾病有着密切关系,当鱼体受到外界因子影响发生生理或病理变化时,必定会在血液指标中反映出来,血液指标被广泛用来评价鱼类健康状况、营养状况及对环境适应状况,是重要生理、病理和毒理学指标^[2-4]。国内外学者对鱼类血液学常值指标的报道多^[3-6],已有一些关于环境温度能够影响鱼类的摄食、标准代谢、免疫功能及生长和发育的报道^[7,8],对虹鳟研究主要集中在养殖、疾病防治、水域金属离子毒理学、免疫机理、胚胎发育、基因工程等方面^[9,10],但对于虹鳟血液学指标的变化研究极少,未见水温对虹鳟血液学指标影响的研究报道。本文以虹鳟为研究对象,鳙鱼为

参照组,研究温水环境中不同水温条件冷水鱼虹鳟相对温水鱼鳙鱼的血液红细胞数量和血清有机成分与无机微量元素含量或活性的变化差异和变化趋势,分析虹鳟血液学指标随水温变化的原因,为冷水性鱼类虹鳟南移温水环境养殖和基因工程技术提供可借鉴的技术资料。

1 材料和方法

1.1 试验材料 试验用鱼均取自湖南郴州市水产科学研究所三文鱼养殖场,其中 2 龄虹鳟 12 尾,2 龄鳙鱼 9 尾。虹鳟体重 0.85—1.15 kg/尾,鳙鱼体重 1.2—4.8 kg/尾。试验水源引自水库底层发电厂的出口水,试验期内水质和水中浮游生物量几乎无变化。

1.2 试验方法 养殖场水温为 14、19 和 23 时,分别对 4 尾虹鳟和 3 尾鳙鱼进行采血。每次采血的时间间隔为半个月左右,待试验鱼摄食、栖息稳定时进行。为避免试验鱼在运输途中剧烈运动及其他因素导致生化指标的变化,试验组虹鳟和参照组鳙鱼均取自同一水域养殖网箱,并进行现场采血和测定水温,尽量减少水温因子以外的其他因子影响,

收稿日期:2006-09-04;修订日期:2006-12-12

基金项目:湖南省自然科学基金(05JJ40034);湖南省基础研究计划项目(06JB3179);永州市科技攻关项目(永科发[2005]19号一般6)资助

作者简介:何福林(1968—),男,湖南永州人;硕士,副教授;主要从事水生生物学研究。E-mail:hefulin0012@163.com

通讯作者:向建国, E-mail: xjg68102000@yahoo.com.cn

确保只考虑水温因子条件,试验鱼生化指标的客观真实性。

采血方法 将虹鳟、鲮鱼快速从水中捞起,立即用湿纱布将头部蒙住,用一次性 5mL 注射器、12 号针头进行尾静脉采血,采集血液注入 1mL 微细离心管中,以 3000r/min 离心 2min,血液静置分层后,吸取上层血清液 0.3mL,贴好标签,冷冻保存待测^[11]。为防止血液相互污染和避免个体差异,每尾鱼均使用不同注射器取样。为减少应激反应的影响,整个采血过程尽量控制在 1min 内。

血液红细胞数量、血清有机成分与无机微量元素的含量或活性检测 红细胞计数:用生理盐水将所采血液稀释 200 倍,Neubauer 计数板在显微镜下观察计数红细胞^[2]。血清有机成分与无机微量元素的含量或活性检测:将准备好的血清样品送到中南大学湘雅医院血液检验中心,使用日立 7170A 全自动生化分析仪测定血清有机成分与无机微量元素的含量或活性,同时采用贝克曼 CX-3 电解质分析仪测定血清钾、钠、氯元素的含量。

数据处理 将试验所有数据通过 Microsoft Excel 2003 分析处理。

2 结果

2.1 不同水温虹鳟和鲮鱼血液红细胞数量

水温 14、19 和 23 条件下,虹鳟和鲮鱼红细胞(RBC)数量见图 1。虹鳟红细胞数量随水温上升而减少,鲮鱼红细胞数量随水温上升而增加。

2.2 不同水温虹鳟和鲮鱼血清有机成分的含量或活性

根据中南大学湘雅医院血液检验中心检测报告,水温 14、19 和 23 条件下,虹鳟和鲮鱼血清中血糖(Blood Sugar)含量见图 2,谷丙转氨酶(Alanine Amino transferase)活性见图 3,谷草转氨酶(ASpartase Transaminase)活性见图 4,血清蛋白(总蛋白 Total Protein、白蛋白 Albumin、球蛋白 Globulin)含量分别见图 5 和图 6,甘油三酯(Triglyceride)含量见图 7,总胆固醇(Total Cholesterol)含量见图 8。图 2—图 8 显示,水温 14—23,虹鳟血糖含量随水温上升先增加后减少,且减少后指标低于初始值,鲮鱼血糖含量受水温变化影响小,随水温上升略有升高;虹鳟谷丙转氨酶活性随水温上升而升高,谷草转氨酶活性随水温上升先上升后下降,鲮鱼谷丙转氨酶活性随水温上升先略有升高后快速下降,谷草转氨酶活性

随水温上升略有下降;虹鳟血清总蛋白、球蛋白含量随水温上升而增加,白蛋白含量随水温上升先略有增加后稍减少,鲮鱼总蛋白、白蛋白和球蛋白含量在 23 时呈现较大幅度减少;虹鳟血清甘油三酯含量随水温上升急剧减少,总胆固醇含量随水温上升先增加后减少,且减少后指标低于初始值,鲮鱼甘油三酯含量随水温变化不明显,总胆固醇含量在水温 19—23 时呈现大幅度减少。

2.3 不同水温虹鳟和鲮鱼血清无机微量元素的含量

根据中南大学检测报告,水温 14、19 和 23 条件下,虹鳟和鲮鱼血清无机微量元素含量见表 1。表 1 显示,虹鳟血清 K、P、Ca、Mg 元素含量随水温上升先增加后减少,Na 元素随水温上升略有减少,Cl、Fe 元素随水温上升先减少后增加,增加或减少的幅度不大,而铜元素含量变化比率大。鲮鱼血清 K、P、Ca、Cu、Na、Cl 元素含量随水温上升先增加后减少,Mg 元素随水温上升略有减少,Fe 元素随水温变化不明显。

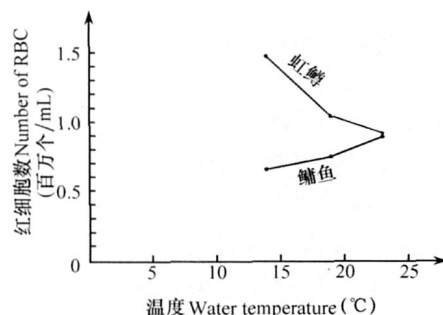


图 1 虹鳟和鲮鱼红细胞数量与水温变化关系

Fig. 1 The relation of change of water temperature to the number of RBC in Rainbow Trout and Bighead Carp

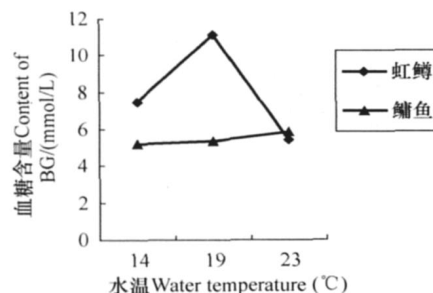


图 2 虹鳟和鲮鱼血糖含量与水温变化关系

Fig. 2 The relation of change of water temperature to the content of BG in Rainbow Trout and Bighead Carp

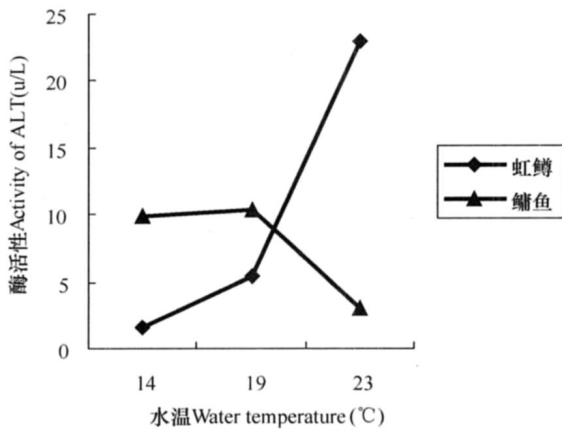


图3 虹鳟和鲮鱼谷丙转氨酶活性与水温变化关系

Fig.3 The relation of change of water temperature to the activity of ALT in Rainbow Trout and Bighead Carp

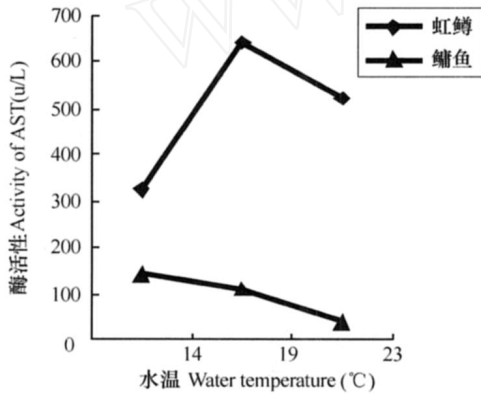


图4 虹鳟和鲮鱼谷草转氨酶活性与水温变化关系

Fig.4 The relation of change of water temperature to the activity of AST in Rainbow Trout and Bighead Carp

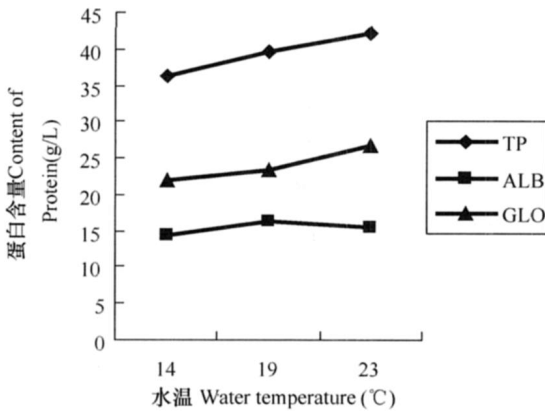


图5 虹鳟血清蛋白含量与水温变化关系

Fig.5 The relation of change of water temperature to the content of Serum Protein in Rainbow Trout

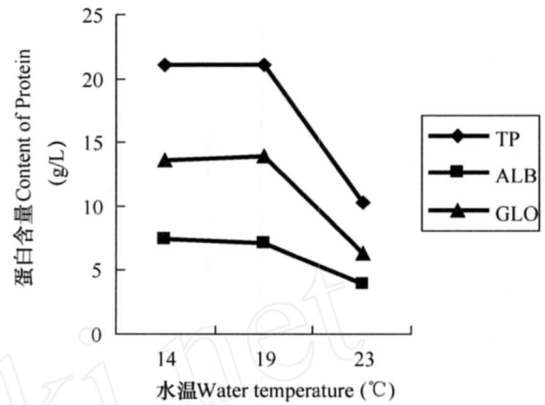


图6 鲮鱼血清蛋白含量与水温变化关系

Fig.6 The relation of change of water temperature to the content of Serum Protein in Bighead Carp

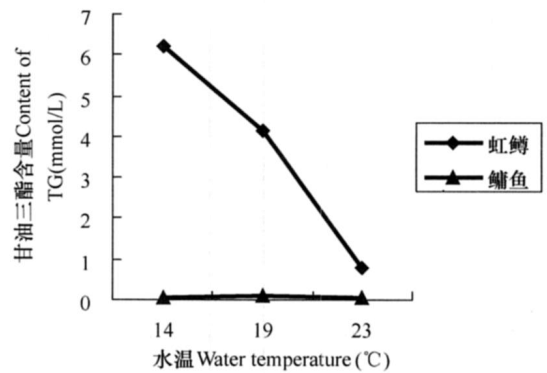


图7 虹鳟和鲮鱼甘油三酯含量与水温变化关系

Fig.7 The relation of change of water temperature to the content of TG in Rainbow Trout and Bighead Carp

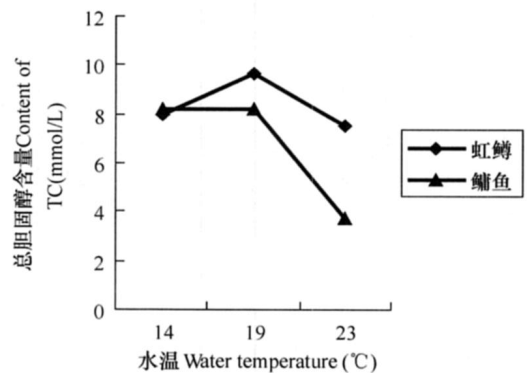


图8 虹鳟和鲮鱼总胆固醇含量随水温变化关系

Fig.8 The relation of change of water temperature to the content of TC in Rainbow Trout and Bighead Carp

表 1 不同水温虹鳟和鳙鱼血清中无机微量元素的含量

Tab. 1 The content of abio-microelement of serum in Rainbow Trout and Bighead Carp under different water temperatures

微量元素 Abio-microelement	14		19		23	
	虹鳟	鳙鱼	虹鳟	鳙鱼	虹鳟	鳙鱼
	Rainbow Trout	Bighead Carp	Rainbow Trout	Bighead Carp	Rainbow Trout	Bighead Carp
K(mmol/L)	4.56 ±0.22	5.28 ±0.31	5.93 ±0.35	5.95 ±0.41	5.04 ±0.35	2.31 ±0.28
P(mmol/L)	4.07 ±0.28	1.89 ±0.22	4.33 ±0.25	2.52 ±0.35	2.70 ±0.24	0.89 ±0.15
Ca(mmol/L)	2.63 ±0.39	2.02 ±0.30	3.41 ±0.27	2.18 ±0.26	2.69 ±0.29	1.28 ±0.24
Mg(mmol/L)	1.34 ±0.22	1.46 ±0.18	1.54 ±0.20	1.41 ±0.19	1.11 ±0.18	0.68 ±0.12
Na(mmol/L)	155.95 ±6.23	127.20 ±8.90	153.15 ±9.18	134.20 ±8.05	150.70 ±9.04	101.10 ±9.09
Cl(mmol/L)	133.00 ±5.32	115.00 ±9.20	128.25 ±8.97	120.40 ±8.42	130.80 ±7.84	77.60 ±8.53
Cu(umol/L)	27.60 ±3.31	20.60 ±2.88	24.55 ±3.68	23.80 ±2.85	50.80 ±4.57	20.70 ±3.10
Fe(umol/L)	14.95 ±3.13	1.40 ±0.21	13.90 ±3.19	1.20 ±0.21	18.65 ±3.17	1.30 ±0.22

3 讨论

3.1 水温对虹鳟和鳙鱼血液红细胞数量的影响

Collazos M E^[12]认为影响鱼类血液中红细胞数量的因素很多,季节变化、健康状况、溶解氧、运动强度、性腺发育的成熟度及饵料质量等都会使红细胞数量发生变化,但鱼类红细胞数量变化主要受水温影响,随水温升高而升高,表现为夏季高而冬季低。刘伟、李佐锋^[13]认为鲢鳙鱼红细胞数量在一定温度范围内随温度升高而增加,当温度超过上限时红细胞数量降低,红细胞数量与温度呈抛物线性关系。Dewild 和 Houson^[14]研究结果显示,适温范围内虹鳟红细胞数量随温度升高而增加。笔者认为,虹鳟适宜生长水温 12—18,水温 19 及以上超过了冷水性鱼类虹鳟适宜生长温度,虹鳟的活动性降低,摄食量下降,摄入营养减少导致血液中红细胞数量减少,这与刘伟、李佐锋^[13]的研究结果相符合;而水温 14—23 在温水性鱼类鳙鱼的适宜生长温度范围内,水温升高,鳙鱼活动性增强,水中溶解氧减少,呼吸加快,摄食能力加强,摄入营养增加导致血液中红细胞数量增加,这与 Collazos M E 等^[12-14]研究结果一致,所以,水温 14—23,虹鳟红细胞数量随水温上升而减少,鳙鱼红细胞数量随水温上升而增加。

3.2 水温对虹鳟血清血糖的影响

由于神经和内分泌系统的调节,鱼类血糖总量处于一种动态平衡,但鱼类的活动性、栖息环境、摄食状态、外源激素的干扰等因素均可影响鱼类血糖含量,在无其他因素干扰条件下,鱼类血糖含量可作为机体营养状况的指标,血糖含量较高时,鱼类表现

为积极摄食,健康状况良好^[15]。试验水质良好,溶氧、饵料充足,三次检测生化指标,唯一不同试验条件是水温,14—19 阶段,虹鳟血糖含量随水温上升而增加,是因为水温上升,血清酶活性升高,加速了摄入营养物质的分解,使血清中血糖含量增加,19—23 阶段,水温上升,虽加速了摄入营养物质的分解,但此时虹鳟摄食量明显下降,摄入的营养物质不足以保证正常生长所需,虹鳟处于半饥饿状态,较长时间处于半饥饿状态的虹鳟消耗大量的肝糖元和肌糖元仍不能维持正常的血糖浓度,引起虹鳟代谢紊乱,使水温 23 时血糖减少至低于初始值,与张贤刚^[16]认为水温 35 时尼罗罗非鱼血液中血糖含量呈现较低值的观点吻合,试验中虹鳟血糖水平随水温的变化趋势与洪磊、张秀梅^[17]在温度梯度实验中许氏平鲷的血糖水平随水温上升呈逐渐升高趋势,但当水温超过 20 时,血糖水平呈减少趋势相一致。

3.3 水温对虹鳟血清转氨酶的影响

转氨酶在氨基酸代谢和蛋白质、脂肪与糖三者相互转化的过程中,占有极其重要的地位,是催化氨基酸与酮酸之间氨基转移的一类酶,种类很多,其中以谷丙转氨酶和谷草转氨酶最重要,影响这二种酶活性的因素很多,温度、饵料成分、生殖周期前后及化学污染等均可以使它们发生变化。谷丙转氨酶起催化谷氨酸与丙酮酸之间的转氨作用,以肝脏中活性最大,肝细胞受损伤时,谷丙转氨酶释放到血液内,血清中谷丙转氨酶酶活性明显增加,谷丙转氨酶酶活性增加常反映肝功能障碍,张桂兰^[5]认为谷丙转氨酶的指标变化可用于确诊虹鳟的肝脏健康状况。谷草转氨酶起催化谷氨酸与草酰乙酸之间的转氨作用,以心脏中活性最大,测定谷草转氨酶有助于

心脏病变的诊断,心肌梗塞时血清中谷草转氨酶活性显著升高,反映心脏或肌肉组织发生障碍。虹鳟谷丙转氨酶活性在 14—19 阶段升高,笔者认为,在较适宜生长水温范围内,酶活性随水温升高而加强,而 23 时虹鳟谷丙转氨酶活性升高至 22.9 u/L,是初始值数倍,说明在适宜生长水温的临界上限继续升高可能导致了肝组织损伤,谷丙转氨酶由损伤肝细胞逸出进入血液,血清谷丙转氨酶活性明显升高,这与张桂兰^[5]的观点相吻合。水温 14—19 阶段,虹鳟谷草转氨酶活性增大一倍(原因与谷丙转氨酶类似),但在水温 19—23 阶段,谷草转氨酶活性有所下降,笔者认为水温 23 超过虹鳟适宜生长水温 5,高温使虹鳟部分肝组织和心脏受损伤的严重程度到不能合成谷草转氨酶,血清中谷草转氨酶活性下降,但谷丙转氨酶活性却升高,可能是肝组织虽已受损伤,但还未达到不能合成谷丙转氨酶程度。

3.4 水温对虹鳟血清总蛋白、甘油三酯和总胆固醇的影响

虹鳟血清总蛋白含量随水温上升而增加的变化趋势与杨严欧等^[18]研究“温度对黄颡鱼血细胞数量、大小及血清生化成分的影响”结论一致,但与张贤刚^[16]研究“温度对尼罗罗非鱼血清总蛋白影响不显著”的结论不一致,说明水温对鱼类血清蛋白的影响随鱼种类不同而不同;脂肪在鱼类细胞内主要以甘油三酯形式存在,甘油三酯是鱼类代谢的主要物质,水温对鱼类代谢影响尤为显著。虹鳟适于低温生活,适宜生长温度内代谢率随水温上升而升高,超过适宜生长温度范围,活动量和代谢率将随水温升高而下降^[19]。虹鳟甘油三酯含量在 14—19 阶段减少,是因为水温升高,虹鳟代谢加速,能源物质(甘油三酯)消耗加快,血清甘油三酯含量急剧减少;23 时虹鳟活动和代谢减弱,甘油三酯浓度却下降,主要原因之一是较长时间半饥饿所致(钱云霄等^[20]认为饥饿可使养殖鲈鱼血清甘油三酯和总胆固醇显著下降),因为水温 23 虹鳟摄食量明显下降,之二是由于水温上升大大提高了酯酶的活性,加速了甘油三酯分解;从水温对血清酶的影响可知,适宜生长水温内,水温上升,血清酶活性升高,摄入营养物质的分解加快,使血清中血糖和总胆固醇含量增加,所以,水温 14—19 虹鳟总胆固醇增加,但水温 19—23 时总胆固醇减少至低下起初值,其变化趋势与金珊等^[21]研究病鲈鱼(内脏受损伤)的变化趋势一致,主要原因是虹鳟在超过适宜生长临界水温 5 的环境下生活,肝、肾、心、肌肉等组织受到损伤,部分血清

酶活性显著提高,加速了总胆固醇分解,加之摄食量下降,使虹鳟较长时间处于半饥饿状态所致^[20]。

3.5 水温对虹鳟血清铜元素的影响

检测报告结果显示,血清无机微量元素含量始终处于相对稳定状态,这对维持内环境恒定和平衡血液渗透压有重要意义。其中虹鳟铜元素含量相对鳙鱼随水温变化明显。铜在鱼体内参与造血和髓蛋白合成,促进骨与胶原形成,发挥类似抗菌素的促进作用,增强机体免疫力,参与色素沉着和形成具有酶功能的含铜蛋白质等功能^[22],它是动物体内细胞色素氧化酶、血浆铜兰蛋白酶、赖氨酰氧化酶、过氧化物歧化酶、酪氨酸酶等一系列酶的重要成分^[23]。水温 19—23,虹鳟铜元素含量显著升高,主要原因是虹鳟在超过适宜生长温度 5 的环境下较长时间生活,高温使虹鳟部分血清酶活性增加,使虹鳟机体组织受到较大程度损伤,在组织损伤和感染的反应期内,虹鳟血浆铜兰蛋白含量迅速增加,铜从未梢组织转移到肝脏,随后作为急性反应成分被分泌到血液,从而使血清中铜元素含量显著升高。被重新分配的铜一部分被输送到受创组织中参与受创组织修复系统,缩短疾病的进程。

3.6 鱼类血液学指标受多种因素的影响

鱼类血液学指标始终处于动态平衡之中,因自身状态和环境因子影响而发生波动。鱼类品种、年龄、体重、性别、生殖周期、性成熟状况、摄食状态、健康状况、应激性,水温、季节变化、光周期、饲养容器(池塘、湖泊、河流、网箱等)、饲料品种、运输胁迫、捕捉胁迫、空气暴露、外源激素、水中溶解氧、二氧化碳分压、无机元素含量等水环境理化因子,检测仪器、方法和手段等检测条件,都会影响鱼类血液学指标。众多影响因素中,水温影响尤其明显,试验中虹鳟随着水温升高,摄食量减少和生长减慢对血液学指标有影响,但均是由于不同水温造成的。本试验使用日立 7170A 全自动生化分析仪、贝克曼 CX—3 电解质分析仪和 Neubauer 计数板测定虹鳟和鳙鱼血液学指标,测定过程中的气温相同,不能控制如养殖场水温条件,检测指标与同行专家、学者有出入,但能如实反映冷水性鱼类虹鳟和温水性鱼类鳙鱼血液学指标与水温变化趋势,如何控制实验条件,使数据更加准确,尚待进一步探讨与研究。

参考文献:

- [1] Wang W. Culture and enhancement of fishes [M]. Beijing: China Agricultural Press. 2000, 469—480 [王武. 鱼类增养殖学. 北京:

- 中国农业出版社, 2000, 469—480]
- [2] Arad Z, Marder. Serum electrolyte and enzyme responses to heat stress and dehydration in the fow [J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1983, **74**(2): 449—453
- [3] Zhou Y, Guo W Y, Yang Z G, *et al.* Advances in the study of haematological indices of fish [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2001, **10**(2): 163—165 [周玉, 郭文扬, 杨振国, 等. 鱼类血液学指标研究的进展. 上海水产大学学报, 2001, **10**(2): 163—165]
- [4] Bei N X, Wei B, Yao G, *et al.* Study on the physiobiochemic and hemorheologic normal values of Rainbow Trout [J]. *Journal of August 1st Agri. College*, 1995, **18**(1): 9—12 [贝念湘, 魏彬, 姚刚, 等. 虹鳟生理生化血液学常值研究. 八一农学院学报, 1995, **18**(1): 9—12]
- [5] Zhang GL. The measurements of haematology index of Rainbow Trout [J]. *Salmon Fishery*, 1991, **4**(2): 82—83 [张桂兰. 虹鳟鱼血液学指标的测定. 鲑鳟渔业, 1991, **4**(2): 82—83]
- [6] Luo Y P, Yuan L Q, Cao Z D, *et al.* The study on haematological Parameters of *Mistus Macropterus* and *Pelteobagrus Vachellii* in Jialing River [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2005, **29**(2): 161—165 [罗毅平, 袁伦强, 曹振东, 等. 嘉陵江大鳍鲩和瓦氏黄颡鱼血液学指标的研究. 水生生物学报, 2005, **29**(2): 161—165]
- [7] Sun Y, Zhang B, Guo X W, *et al.* Effects of temperature on energy budget of *Sparus macrocephalus* [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(2): 186—190 [孙耀, 张波, 郭学武, 等. 温度对黑鲮能量收支的影响. 生态学报, 2001, **21**(2): 186—190]
- [8] Yin J S, Qiu L Q, Xu W, *et al.* Effect of water temperature variation on reproduction of *Cyprinus carpio haematopterus* [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2002, **11**(3): 253—258 [尹家生, 邱岭泉, 徐伟, 等. 水温变化对黑龙江野鲤繁殖的影响. 上海水产大学学报, 2002, **11**(3): 253—258]
- [9] Eric F P, Monika P, Chris M W. Comparative biochemistry and physiology part C: toxicology & pharmacology, Volume 143, Issue 1, May 2006, Pages 78—85
- [10] Alexandra G, Catherine J, Alice Hontela. *Aquatic Toxicology*, Volume 78, Issue 1, 10 June 2006, 59—65
- [11] Montero D, Izquier M S, Tort L, Robaina L, *et al.* High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata* juveniles [J]. *Fish Physiology and Biochemistry*, 1999, **20**: 53—60
- [12] Collazos M E, Ortega E, Barriga C, Rodriguez A B. Seasonal variation in haematological parameters in male and female *Tinca tinca* [J]. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 1998, **183**: 165—168
- [13] Liu W, Li Z F. Effects of temperatures on the physiological and biochemical index of silver carp and bighead carp [J]. *Journal of Northeast Normal University (Natural Science)*, 1996, (2): 119—110 [刘伟, 李佐锋. 温度对鲢鳙鱼生理生化指标的影响. 东北师大学报(自然科学版), 1996, (2): 119—110]
- [14] Dewilde M A, Houson A H. Haematological aspect of the thermo acclimatory process in the Rainbow trout, *Salmo gairdneri* [J]. *J Fish Res Bd Can*, 1967, **27A**: 2267—2281
- [15] Imsland A K, Foss A, Gunnarson S, *et al.* The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) [J]. *Aquaculture*, 2001, **198**: 353—367
- [16] Zhang X G. Preliminary study on the effect of water temperature on hematology indices of Africa crucian [J]. *Freshwater Fisheries*, 1991, (2): 3—6 [张贤刚. 水温对尼罗罗非鱼几种血液学指标影响的初步研究. 淡水渔业, 1991, (2): 3—6]
- [17] Hong L, Zhang X M. Effects of environmental stress on plasma levels of glucose and ESR of *Sebastes schlegelii* and *Lateolabrax maculatus* [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2005, **12**(4): 414—417 [洪磊, 张秀梅. 环境胁迫对许氏鲈和花鲈血糖、血沉降的影响. 中国水产科学, 2005, **12**(4): 414—417]
- [18] Yang Y O, Yao F, Wu J P. The effect of temperature on number and size of blood cells and serum biochemistry composition of *Pseudobagrus fulvidraco* [J]. *Journal of Yangtze University*, 2005, **2**(11): 58—63 [杨严鸥, 姚峰, 吴继鹏. 温度对黄颡鱼血细胞数量、大小及血清生化成分的影响. 长江大学学报, 2005, **2**(11): 58—63]
- [19] Lin H R. *Fishes Physiology* [M]. Guangzhou: Guangdong Higher Education Press, 1997, 82—87 [林浩然. 鱼类生理学. 广州: 广东高等教育出版社, 1997, 82—87]
- [20] Qian Y X, Chen H Q, Sun J F. Effects of starvation on hematological and blood biochemical indices in cultured *Lateolabrax japonicus* [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2002, **9**(2): 133—136 [钱云霄, 陈惠群, 孙江飞. 饥饿对养殖鲈鱼血液生理生化指标的影响. 中国水产科学, 2002, **9**(2): 133—136]
- [21] Jin S, Wang GL, Zhao Q S, *et al.* Pathogenic and hemopathological studies on the bacterial pseudotuberculosis of *Lateolabrax japonicus* [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2004, **28**(6): 703—708 [金珊, 王国良, 赵青松, 等. 鲈细菌性类结节病的病原及血液病理研究. 水产学报, 2004, **28**(6): 703—708]
- [22] Guo B L, Jia Z H, Zhang Y Z. Advances in the study of alimentionation of Cu in raise and birds [J]. *Feed Industry*, 2005, **26**(10): 48—50 [郭宝林, 贾志海, 张玉枝. 畜禽铜营养研究进展. 饲料工业, 2005, **26**(10): 48—50]
- [23] Li J J. Alimentionation of abio-microelement Cu in ruminant [J]. *Feed Research*, 1999, (11): 19—21 [李建军. 反刍动物微量元素铜营养. 饲料研究, 1999, (11): 19—21]

PRELIMINARY STUDY ON THE EFFECT OF WATER TEMPERATURE ON HEMATOLOGY INDICES OF RAINBOW TROUT

HE Fu-Lin^{1,2}, XIANG Jian-Guo¹, LI Chang-Jian², LI Zhi-Zhang² and CHEN Kai-Jian¹

(1. College of Animal technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128;

2. Hunan University of Science and Engineering, Yongzhou 425100)

Abstract :At different water temperatures (14 ,19 and 23) , mensurating the number of Red blood cell (RBC) of Rainbow Trout and the activities of Alanine Aaminotransferase (ALT) and the ASpartese Transaminasa (AST) of serum of Rainbow Trout and the content of Total Protein (TP) , Albumin (ALB) , Gobulin (GLO) , Blood Sugar (BG) , Total Cholesterol (TC) , Triglyceride (TG) and abio-microelement of serum of Rainbow Trout by using micro-arithmometer and HITACHI 7170A (automatic biochemical analyzing apparatus) and BECKMAN CX-3 (electrolyte analyzing apparatus) . The results showed that in trial water temperature range (14 —23) , the number of RBC of Rainbow Trout reduced rapidly with water temperature rising , while the activities of Alanine Aaminotransferase of serum of Rainbow Trout increased with water temperature rising , but the activities of ASpartese Transaminasa increased during the water temperature in 14 —19 then declined during the water temperature in 19 —23 ; the content of Total Protein and Gobulin of serum increased with water temperature rising , and the content of Albumin , Blood Sugar and Total Cholesterol increased during the water temperature in 14 —19 then reduced during the water temperature in 19 —23 , while the content of Triglyceride went down with water temperature rising ; the content of Cu of serum of Rainbow Trout decreased a little during the water temperature in 14 —19 , but remarkably ascended during the water temperature in 19 —23 compared with Bighead Carp , but the content of K , P , Ca , Mg , Na and Cl of serum had unremarkable change. This paper analyzed the change rule of the biochemical factor of Rainbow Trout at the condition of warm water , which could provide useful technical data for genic engineering of Rainbow Trout and Rainbow Trout breeding in warm water in southward region , and could provide breaching way for playing down the response of Rainbow Trout to warm water.

Key words :Rainbow Trout ; Water temperature ; Index of hematology