

湖泊围养鱼类血液学指标的初步研究*

许品诚 曹萃禾

(淡水渔业研究中心)

提 要 本试验测定了 185 尾在湖泊围养区和池塘内体质健壮的草鱼、青鱼、团头鲂、鲢鱼、鳙鱼的血液,共取得红血球、血红蛋白、血糖、总蛋白、白蛋白、尿素氮、胆固醇、甘油三酯八项指标的 1367 个数据。经可靠性分析,除血糖指标的相对误差值略高于 5% 外,其余各项血液指标均值的相对误差,均达到生物调查实验要求。

关键词 围养,血红蛋白,血糖,总蛋白,尿素氮,胆固醇,甘油三酯。

鱼类的血液与机体的代谢、营养状况及疾病有着密切的关系,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。对于鱼类血液学的研究,国内外学者做了不少工作。近年来,欧、美、日本学者对虹鳟、鳊的正常生理及血液病理等方面的研究,已取得一些成绩。我国的林光华(1979)^[6]、赵明蓟(1979)^[7]、米瑞英(1982)^[8]、朱心玲等(1985)^[4]报道了草鱼、鲤鱼、鲫鱼、鲢鱼血液学指标的测定分析与研究。本文以不同的环境条件,对几种养殖鱼类血液指标的影响进行初步分析,为今后的养殖管理提供一些科学依据。

材 料 和 方 法

一、试验鱼的来源

试验鱼有青鱼、草鱼、团头鲂、鲢鱼、鳙鱼。它们取自富营养型的五里湖(太湖子湖)围网区和附近池塘体质健壮、无伤病的养殖鱼类。围养区内的试验鱼,草鱼体长为 39~55 公分、体重为 1.5~3.7 公斤;青鱼的体长为 50~52 公分、体重为 2.4~2.55 公斤;团头鲂体长 21~28.5 公分、体重为 0.40~0.75 公斤;鳙鱼的体长 28.5~36 公分、体重为 0.45~1.15 公斤;鲢鱼的体长在 30.5~35 公分之间、体重为 0.45~0.875 公斤。各品种的试验鱼,各取 30 尾,青鱼因数量不够,仅取到 5 尾。

池塘的试验鱼,草鱼体长为 53~56 公分、体重 3.14~4 公斤;团头鲂体长 19~23.8 公分、体重 0.3~0.52 公斤。各取 30 尾作样品鱼。

二、试验鱼的生活环境和饵料

围养区有面积为 0.34 公顷和 0.3 公顷两处,年平均水温为 20.6°C, 年均水深 1.60 米, 年均透明度为 45 厘米, pH 值的变化在 6.5~7.3 之间。池塘面积都为 0.13 公顷, 年平均水温、水深、透明度、pH 值与围养区相近。围养区内全年溶氧量在 5.9~9.7 毫克/升之间, 在鱼类生长旺季的 6、7、8 月份, 围养区月平均溶解氧量分别为 6.1 毫克/升、6.4 毫克/升、6.2 毫克/升。与此同时, 池塘内溶解氧量分别测得为 3.6 毫克/升、1.7 毫克/升、2.1 毫克/升; 围养区内水体流动速度在 5.6~8.8 厘米/秒间, 而池塘内水体基本上处于静止状态。

* 本文承陆桂教授指导, 蒋华震检验师参加部份测定工作, 特此致谢。

收稿年月: 1988 年 11 月; 1989 年 8 月修改。

围养和池养鱼类的主要饵料是精饲料,品种有菜饼、豆饼、小麦和一些水草、菜叶。试验鱼经拉网获得,然后各自暂养在湖岸边和池塘边的网箱里等候试验。

三、采血方法及血液标本制备

考虑到季节、温度对鱼类血液指标会产生影响,故测定时间均安排在 11~12 月份。试验鱼在采血前,均停止投饵一周。采样时,将试验鱼从网箱中逐条取出,1 分钟内采血完毕。采血时不用针头,用切开围心腔法采血。红血球计数及血红蛋白测定项目的样品,用血红蛋白吸管取血,其余项目的样品均用消毒吸管取血。

四、测定项目和方法

1. 红血球(RBC)计数。用 0.9% 生理盐水,将血液稀释 200 倍后,再用 Neubauer 计数框在显微镜下计数。

2. 血红蛋白(Hb)。用氰高铁血红蛋白法。

3. 血糖(GS)。用邻甲苯胺法测定。采血后,样品在二小时内测定完毕。

4. 总蛋白(T)。用双缩脲法测定。

5. 白蛋白(A)。用溴甲酚绿法测定。

6. 尿素氮(BUN)。用二乙酰-肟法测定。

7. 甘油三酯(TG)。用乙酰—丙酮显色法测定。

8. 胆固醇(CH)。用单一显色法测定。

在上述八项测定项目中,1—2 项用全血测定,3—8 项均采用血清测定,最后都用美国 Hyperion 4022 自动生化分析仪测出数据,并应用数理统计法^[1,2]整理。

结果与分析

一、试验鱼的各项血液指标及可靠性分析

我们一共测定了在湖泊围养区内的 125 尾青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼和团头鲂的八项血液指标,共取得 1037 个数据,其结果如表 1 所示。从表 1 可以看出,围养里的青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙和团头鲂的总蛋白、白蛋白、血红蛋白、红血球、尿素氮、甘油三酯和胆固醇血液指标均值的相对误差均在 5% 以内,符合生物实验中的各项测定常数均值的相对误差不超过 5% 要求^[3],所以这些数据的可靠性达到 95%。

血糖的相对误差值略高于 5%,由于鱼类血糖指标最易受外界因子刺激而发生波动。因而,被测定鱼个体间的血糖量,存在着较大的差异,相对误差高于 5%。所以,血糖指标的可靠性,要略差于上述各项指标。

二、不同生态环境中团头鲂、草鱼血液指标的比较

鱼类的血液能对环境因子的影响进行调节和适应^[5]。同种鱼在不同生态环境中养殖,因环境因子的差异,会影响鱼类的生长和血液指标值。我们的测定结果表明,围养区和池塘中饲养的草鱼、团头鲂的血液指标值有明显的差异(详见表 2)。

1. 血红蛋白 围养中团头鲂、草鱼的血红蛋白值分别为 8.9326g/dl、10.0100g/dl,并

表1 围养区内青、草、鲢、鳙、团头鲂的血液指标
Table 1 Blood parameters of black carp, grass carp, silver carp, bighead carp and wuchang fish cultured in pen

项 目	血液 值	品种				
		青 鱼	团 头 鲂	草 鱼	鲢	鳙
		体长(cm)	21—28.5	39—55	30.5—35	28.5—36
		50—52				
		2.4—2.55	0.4—0.75	1.5—3.7	0.45—0.87	0.45—1.15
Hb (g/dl)	均 值	10.2000	8.9826	10.0100	6.2436	6.0254
	标 准 差	0.2800	0.6853	0.5338	0.6169	0.6380
	相对误差	2.4%	2.8%	1.9%	3.5%	3.7%
RBC (10 ⁴ /ml)	均 值		158.3333	161.7100	156.3333	153.8666
	标 准 差		10.6895	12.4368	10.4037	19.0114
	相对误差		2.4%	2.9%	2.3%	5.0%
GS (mg/dl)	均 值	212.5900	203.2814	159.2185	153.4390	144.1766
	标 准 差	18.8680	31.2445	25.7711	27.8573	20.6337
	相对误差	7.5%	6.7%	4.0%	6.4%	5.1%
T (g/dl)	均 值	5.6152	5.4081	4.6041	3.1811	3.0006
	标 准 差	0.3261	0.7250	0.4914	0.2390	0.2007
	相对误差	5.0%	4.7%	3.8%	2.6%	2.3%
A (g/dl)	均 值	2.6006	2.8210	2.3030	1.4747	1.3796
	标 准 差	0.3275	0.3200	0.2886	0.1091	0.1131
	相对误差	4.5%	4.0%	4.4%	2.6%	2.9%
BUN (mg/dl)	均 值	5.0772	4.5172	4.1646	3.4804	2.9398
	标 准 差	0.6048	0.6127	0.5272	0.4545	0.3371
	相对误差	4.2%	4.8%	4.5%	4.6%	4.1%
CH (mg/dl)	均 值		289.5475	279.1000	216.7761	190.8816
	标 准 差		24.9495	16.4584	12.1934	17.6561
	相对误差		3.0%	2.1%	2.0%	4.8%
TG (mg/dl)	均 值			286.6225	150.6758	140.4909
	标 准 差			27.1274	19.1182	19.1688
	相对误差			3.3%	4.5%	4.8%

都高于 7.975g/dl 和 6.5342g/dl 的池塘同种鱼的值。围养草鱼和团头鲂的血红蛋白值,分别比池塘同种鱼高出 54%和 12%,经 *t* 检验结果,差异极显著。

2. 总蛋白 围养区的草鱼和团头鲂的血液总蛋白值,分别高于池塘中同种鱼的 10%

表 2 围养和池养鱼类血液指标比较表

Table 2 Comparison of the blood parameters of fish cultured in pen and pond.

测定项目 生态环境 血液指标 鱼类 品种	GS(mg/dl)		T(g/dl)		A(g/dl)		Hh(g/dl)		BUN(mg/dl)	
	围养	池养	围养	池养	围养	池养	围养	池养	围养	池养
	团头鲂	均值 203.2814	182.5419	5.4081	4.9683	2.8210	2.3577	8.9826	7.9759	4.5172
	标准差 81.2445	47.2092	0.7250	0.4224	0.3200	0.2405	0.6853	0.8035	0.6127	0.3681
	t = 2.0081 > t _{0.05} 差异显著		t = 2.8745 > t _{0.01} 差异极显著		t = 6.9465 > t _{0.01} 差异极显著		t = 4.9828 > t _{0.01} 差异极显著		t = 10.5264 > t _{0.01} 差异极显著	
草鱼	均值 159.8185	149.0825	4.6041	4.1827	2.3030	2.1446	10.0100	6.5342	4.1646	3.1958
	标准差 13.1711	24.2733	0.4914	0.2184	0.2886	0.1432	0.5338	0.4404	0.5272	0.4392
	t = 2.1309 > t _{0.05} 差异显著		t = 4.3 > t _{0.01} 差异极显著		t = 2.6984 > t _{0.01} 差异极显著		t = 28.0787 > t _{0.01} 差异极显著		t = 7.7504 > t _{0.01} 差异极显著	

和 8.7%，差异极显著。

3. 白蛋白 围养区内团头鲂和草鱼的白蛋白指标分别为 2.8210g/dl 和 2.3030g/dl 都明显地高于 2.3577g/dl 和 2.1446g/dl 同种鱼的池塘值。

4. 血糖 围养区内团头鲂和草鱼的血糖指标，均高于池塘中同种鱼的血糖值，且差异显著。

5. 尿素氮 围养区内的团头鲂、草鱼尿素氮的指标值，均高于池塘内的同种鱼，显著性检测结果，差异极显著。

三、不同养殖鱼类血液指标的比较

我们从表 1 的检测结果，还可以看出，青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼和团头鲂的血糖、总蛋白、白蛋白、尿素氮和胆固醇的指标都是以青鱼最高，依次为团头鲂、草鱼、鲢鱼和鳙鱼。血红蛋白值也以青鱼最高，依次为草鱼，团头鲂、鲢鱼和鳙鱼。甘油三酯指标值以草鱼最高，其次为鲢鱼和鳙鱼。

由此可见，各养殖鱼类的血红蛋白、血糖、总蛋白、白蛋白、尿素氮、胆固醇和甘油三酯血液指标值，由高到低依次排列为：青鱼 > 草鱼；团头鲂 > 鲢鱼和鳙鱼。

四、围养鱼类的胆固醇和甘油三酯值

我们在血液检测时观察到，围养区内草鱼、团头鲂血液中含有脂质过多，呈高血脂症状，其胆固醇、甘油三酯值都明显高于人体正常值范围（见表 3）。草鱼的胆固醇值、甘油三酯值为 279mg/dl 和 286mg/dl，分别高出人体正常值的 40% 和 160%；团头鲂的 289mg/dl 胆固醇值也高出人体正常值的 45%。

从表 3 还可看出，鲢鱼的胆固醇和甘油三酯值分别为 216mg/dl 和 150mg/dl，鳙鱼是 130mg/dl 和 140mg/dl，这些数值接近或相当人体正常值，与团头鲂、草鱼这二项指标

表3 胆固醇和甘油三酯指标
Table 3 Parameters of cholesterol and triglyceride

项 目	血液值				人体正常值	
	品种	团头鲂	草 鱼	鲢 鱼		鳙 鱼
CH(mg/dl)		289	279	216	130	130—200
TG(mg/dl)			286	150	140	20—110

值相比较,则鲢、鳙鱼的血液指标明显低于它们,这可能与鱼类饵料中营养成分不同有关。

讨 论

一、鱼类的血液指标易受环境影响而变动

从围养区和池塘的养殖条件来看,它们的水温、水深、pH 值等理化因子变动都相近,且在精养条件下,都以精饲料为主要饵料。所不同的是,围养区内水体流畅,并具有一定的流速(5.6~8.8 厘米/秒),湖水中溶氧量高而稳定,在鱼类生长旺季中,平均溶氧量为 6.23mg/l,而池塘中的水体基本上是静止的,在鱼类生长旺季时,溶解氧仅为 2.46mg/l。所以,围养区与池塘的养殖条件相比较,它具有水体流动、溶氧量高的特点。这些环境因子的差异,必然会在鱼类的血液指标中反映出来。

1. 对血红蛋白指标的影响 血红蛋白是血液中输送氧气的直接载体,因而血红蛋白量的变化与鱼类的呼吸、运动、生态等因素,有着最密切的关系。日本学者 Hayashi 等(1964)^[13]用硬头鲂作试验,测定其在强制运动时血红蛋白量的变化,经过15分钟运动后,血红蛋白量由初始的 8.36g/dl,上升到 10.01g/dl,血红蛋白量明显地得到增加。我们在试验中(见表2)也看到,围养区内草鱼、团头鲂的血红蛋白值,分别高出池塘中同种鱼指标的 12%和 54%。这与围养区内的鱼类生活在流水中,其活动量要大于池塘中同种鱼的因素有关。随着鱼类活动量增大,体内各项代谢活动也在不断加强、增大,鱼类对氧气的需求量就不断增加。此时,水体中充足的氧气,通过鱼类呼吸运动,源源不停地进入体内,供给各项生理活动需要,作为输送氧气直接载体的血红蛋白量,必然得到相应地增加。上述情况表明,鱼类的血红蛋白量,随着鱼类活动量增加而提高。

2. 对总蛋白、白蛋白的影响 围养区内养殖鱼类活动量的增大,使鱼类的肠道功能也得到增强,因而对饵料的消化吸收以及能量转换率都有提高。所以鱼类生长快、个体大,体内的蛋白含量的积累也增高。这与 Magnin(1960)^[16]提出的,个体生长快的鱼,血清蛋白量偏多;斎藤(1954)^[10]发现,运动量大的鱼,血清蛋白量偏多的观点相吻合。

3. 对血糖的影响 糖类在鱼体中,以肝糖元和肌糖元的形式贮存在肝脏与肌肉中。若肌肉运动消耗肌糖元时,则肝糖元会以葡萄糖的形式,向血液中释放,供肌肉利用。因此,在鱼体中血糖是处于一种动态平衡中,极易受到环境因子的刺激而发生波动。福田(1958)^[11]发现,在急流中生活的鱼类,血糖量一般偏高。在流水中鱼类的活动量,要大于静水区鱼类的活动量,所以血液中葡萄糖量势必增多。因此,围养区内鱼类的血糖值,普

遍比池塘中同种鱼高,这从表 2 的数据中,也可以得到证实。

综上所述,从流水环境中草鱼、团头鲂的血红蛋白、总蛋白、白蛋白和血糖等血液指标值都高于静水区内同种鱼的情况表明,鱼类的血液指标易受生态环境影响而变动。

二、鱼类的血液指标因食性而异

影响鱼类血液值变动的因素是多方面的,一些国外科学家研究认为:血液指标值因鱼类品种而异,硬骨鱼类的血红蛋白值、红血球数、总蛋白值一般都比软骨鱼高^[6]。如鲫鱼的血蛋白量 8.0g/dl、红血球数为 231.6 万个/毫升(柴田,1935)^[9];鲤鱼的血蛋白量为 10.1~11.2g/dl(Black,1955)^[12]、红血球数为 241 万个/毫升(柴田,1935)^[9]、蛋白量为 2.7g/dl。而猫鲨的血蛋白量只有 4.8g/dl,红血球数仅为 19.2 万个/毫升(Wintrobe,1933)^[14],蛋白量 1.07g/dl(Cordier *et al.*, 1957)^[16],与鲫鱼、鲤鱼的血值相比较,要低得多。我们在试验中更进一步看到,在淡水硬骨鱼中,因养殖鱼类的食性不同,其血液指标也不相同。从表 1 看出,除红血球值外,其余的七项血液指标值,都是以栖息于水体底层以螺蚬为食的青鱼最高。其次是活动在水体中层,以草为食或杂食性的草鱼和团头鲂。而生活在水体上层,以滤食浮游生物的鲢鱼、鳙鱼的血液指标值最低。所以,上述各项血液指标值,由高到低依次顺序为:肉食性鱼类>草食性或杂食性鱼类>滤食性鱼类。可见,鱼类血液指标值随品种食性而异。

鱼类的血液指标与营养也有关系。目前,在高产的围养中,养殖鱼类都以精饲料为主要食物。这些饲料含碳水化合物和油脂较多,供鱼类可利用的蛋白质含量低,其氨基酸组成不平衡,并缺乏鱼类生长所需要的微量元素或维生素。长期饲养后,在草鱼和团头鲂的鱼体内,有大量脂肪累积,血液中脂质过多的现象相继出现。而以浮游生物为主要食物的鲢鱼、鳙鱼,就没有出现上述症状,其胆固醇和甘油三酯值,也明显低于团头鲂和草鱼(见表 3)。可见,天然饲料的营养成份比精饲料更全面、丰富,能更好地满足鱼类生长需要。所以,在养殖管理中应把天然饲料作为鱼类的主要食物,并辅以适量的精饲料进行养殖,这样可以使我们获得更多的体格健壮、低脂肪、高蛋白的优质鱼类。

参 考 文 献

- [1] 上海第一医学院卫生统计学教研组,1979. 医学统计方法,5~7,29~35. 上海科技出版社。
- [2] 中国科学院数学研究所统计组,1979. 常用数理统计学方法,10~13,24. 科学出版社。
- [3] 米瑞茨,1982. 草鱼、鲤和鲢血液学指标的测定. 淡水渔业,(4):10~16.
- [4] 宗心玲等,1985. 草鱼血液学的研究,九项血液常数的周年变化. 水生生物学报,(9):247~255.
- [5] 尾崎久雄(许学龙等译),1982. 鱼类血液与循环生理,16,40,106. 上海科学技术出版社。
- [6] 林光华,1979. 鲫鱼血液的研究. 动物学报,(8):210~219.
- [7] 赵明勤等,1979. 池养鲤和草鱼血液学指标的研究. 水生生物学集刊,(4):453~464.
- [8] 夏世福,1978. 渔业生物统计,55. 农业出版社。
- [9] 柴田玉城,1935. 鱼类血液の比较研究. 水研誌,30:21~26
- [10] 斎藤要,1954. 鱼类血液の生化学的研究. III, 血液及び血浆比重で一般成分について. 日本水产学会誌, 20:196~201
- [11] 福田博次,1958. 淡水鱼类の血糖量について. 日本水产学会誌,23:782~784.
- [12] Black, E. C., 1955. Blood levels of hemoglobin and lactic acid in some freshwater fishes following exercise. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 12:917.
- [13] Hayashi, K., *et al.*, 1954. Carbohydrate metabolism during transportation of live rainbow trout.

Salmo gairdneri. *Rep. Fac. Fish. Prof. Univ. Mic.*, 5: 51—125.

- [14] Wintrobe, M. M., 1939. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia haematol.*, 51:32.
- [15] Cordier, D., et al., 1957. Étude sur la protéinémie de la roussotte (*Scyllium canicula* L.). Influence du jeûne. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 151: 1912.
- [16] Magnin, E., 1960. Recherchessur la protéinémie de *Acipenser sturio* de La Gironde. *Ann. Stat. Centale Hydrobiol. appliquée*, 8: 183.

ON HEMATOLOGY OF THE BLOOD OF FISHES CULTURED IN THE LAKE PEN

Xu Pincheng and Cao Cuihe

(*Freshwater Fisheries Research Centre, Wuci*)

ABSTRACT In this experiment, the blood of 185 healthy fish including grass carp, black carp, wuchang fish, silver carp and bighead carp were measured, 1367 data including erythrocyte, hemoglobin, blood sugar, total protein, albumin, urea nitrogen, cholestrol and triglyceride were obtained. Through the reliable analysis, the average error rate of all the data was less than that of the biological tests in investigations except that the blood sugar has a relative error above 5%. The results of experiments have shown as follows,

1. The blood indexes of fish are variable with species. Except for the erythrocyte, the value of other seven indexes is in the following order, carnivorous fish > herbivorous and omnivorous fishes > filtering feeders.

2. The blood indexes of fish are affected by the environmental conditions. The values of blood sugar, total protein, albumin, hemoglobin and urea nitrogen of wuchang fish and grass carp reared in running water are much higher than those of the pond fish.

3. The blood indexes also related to the nutritive availability. Fish of higher nutritive value can be cultured by taking natural organisms as the main food source and the commercial food as supplementary.

KEYWORDS pen culture, hemoglobin, blood sugar, total protein, urea nitrogen, cholestrol, triglyceride