

草鱼血液学的研究

I. 九项血液常数的周年变化

朱心玲 贾丽珠 张明瑛

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

提 要

用 741 尾健康草鱼种作红细胞、血红蛋白、红细胞比积、红细胞平均体积、红细胞平均血红蛋白量、红细胞平均血红蛋白浓度、红细胞沉降率、血浆总蛋白和血浆葡萄糖浓度等九项血液常数的测定。所得的年均值经变异系数分析,除红细胞沉降率和血浆葡萄糖浓度外,其余各项常数的可靠性基本一致。另从周年变动的规律分析,高值出现在冬夏季,低值出现的月份较为分散。水温仅对总蛋白含量的变动呈现显著的负相关 ($P < 0.01$)。而体重与血液常数存在着一定的相关因素,在 10—90 克之间的鱼种中,血红蛋白、红细胞比积、红细胞平均体积、红细胞平均血红蛋白量与体重呈现直线正相关;红细胞沉降率为负相关。

血液与机体的新陈代谢有着密切的关系。因此,当机体受外界因素的影响而发生的生理或病理的变化,必定会在血液中得到反映。但是,目前在鱼病学领域,由于对鱼类血液中常数值的变动因素和规律不很清楚,迄今尚无统一的正常血液生理指标,因而未能确立血液诊断的技术。近年来,欧美、日本等对虹鳟、鳗鲡和鲤鱼的正常生理以及某些疾病的血液病理等研究方面,已取得较好的成绩^[8,9,17,18],对用血液检查作为鱼病诊断技术提供了光明的前景。我国目前有关鱼类血液学的研究颇少,仅林光华(1979)、赵明蔚等(1979)和米瑞英(1982)报道了鲢、鲫、鲤和草鱼的血液学方面的研究^[1-3],对开展和建立我国鱼类血液生理学是有意义的。但是,从鱼病血液学的研究方面来看,显然这些数据尚不够完整,特别是对我国多病的养殖品种——草鱼来说,更显欠缺。为此,作者选择了草鱼为研究对象,开展血液学的研究。本文系此课题的一部分,侧重在草鱼鱼种阶段的九项正常血液值的测定及其周年变动规律的探讨。目的在于为鱼种阶段血液病理的研究提供参考依据。

材 料 和 方 法

(一) 材料鱼来源

1979 年至 1980 年 8 月,在本所试验场内,取用 741 尾(长 10—25 厘米, 重 85—178

克)1龄以内健康草鱼种,进行血液值周年变动规律的测定;投喂的饵料均以商品饵料为主,草料为辅。

(二) 血液的收集

用切开围心腔采血法。以1%肝素作为抗凝剂,采血时不用针头,直接用卡介苗注射器采血。

(三) 血浆的制备

空腹采血。用1%肝素抗凝,采血后置冰箱(4℃)内存放20分钟左右,取出离心(3,000转/分)15分钟后,吸取上层血浆。

(四) 血液的分析

红细胞计数 用Neubauer计数框,在显微镜下计数;用电子血球计数器计数。

红细胞沉降率和比积^[4] 用红细胞压积管,先测定沉降率,然后,再离心沉淀(3,000转/分)30分钟,测出比积。

血红蛋白测定 用碱化血红蛋白法。

血浆总蛋白的测定 以双缩脲法(池田和夫^[5],1977)测定。

血浆葡萄糖浓度 用邻甲苯胺法测定。

结 果

(一) 草鱼鱼种血液的九项常数值

测定的九项内容为:红细胞(Red blood cell,简称RBC)、血红蛋白(Haemoglobin,简称Hb)、红细胞比积(Haematocrit,简称Ht)、红细胞平均体积(Mean cell volume,简称MCV)、红细胞平均血红蛋白浓度(Mean cell haemoglobin concentration,简称MCHC)、红细胞沉降率(Erythrocyte sedimentation, rate,简称ESR)、血浆总蛋白(Plasma total protein,简称PTP)、血浆葡萄糖浓度(Plasma glucose concentration,简称PGC)和红细胞平均血红蛋白量(Mean cell haemoglobin,简称MCH)。测定结果(表1),其各项常数均值的可靠性程度,通过变异系数分析,以血红蛋白的变异系数为最小,依次为红细胞平均血红蛋白浓度,血浆总蛋白,红细胞比积,红细胞平均血红蛋白量,红细胞平均体积,红细胞数,血浆葡萄糖浓度及红细胞沉降率。后2项的变异系数较高,特别是红细胞沉降率的变异系数高达36.01,可靠性显然较差,前7项的变异系数虽各有差异,但差异甚小。

表1中的正常值范围,是依据常态分配曲线内部面积计算的一个理论曲线,按样本均值(\bar{X}) $\pm 1S$ 计算,约为总面积的68.27%。如以血红蛋白频数分布情况制成直方图(图1),其均值 $\bar{X} = 6.40$ 克%,标准差 $S = 1.57$ 克%,若依照常态分配规律,可以估计467尾草鱼种血液中血红蛋白值约有68.27%,即有319尾在 $\bar{X} \pm 1S$ 内,也就是在 6.40 ± 1.57 (4.83—7.97)克%范围内。但从图1中可看出,467尾草鱼血液中有369尾血红蛋白在上述范围内,其实际分布情况为79.01%,与理论估计结果相近。

表 1 草鱼血液九项常数值
Tab. 1 Nine haematological parameters of grass carp fingerlings

项 目 Item	鱼数(尾) Number of fish	范 围 Range	年均值 Annual mean value	标准差 Standard deviation	月变异系数的均值 Mean value of monthly C. V.	正常值范围 Range of normal value (about 70%)
RBC ($10^4/\text{mm}^3$)	470	101—398	235	±55.00	20.58	180—290
Hb (g%)	467	2.1—11.59	6.40	±1.57	17.06	4.83—7.97
Ht (%)	423	12—48.60	26.31	±6.73	18.60	19.58—33.04
MCV (μ^3)	407	22.00—50.74	117.49	±31.66	20.09	85.83—149.15
MCH (Pg)	416	12.28—52.37	27.69	±6.39	18.78	21.30—34.08
MCHC (%)	398	9.55—65.22	24.19	±5.44	18.26	18.75—29.63
ESR (mm/hr)	418	1.00—7.00	2.55	±1.35	36.01	1.20—3.90
PTP (g%)	417	1.05—5.00	2.94	±0.75	18.46	2.19—3.69
PGC (mg%)	436	12.63—283.30	113.68	±48.30	29.18	65.38—161.98

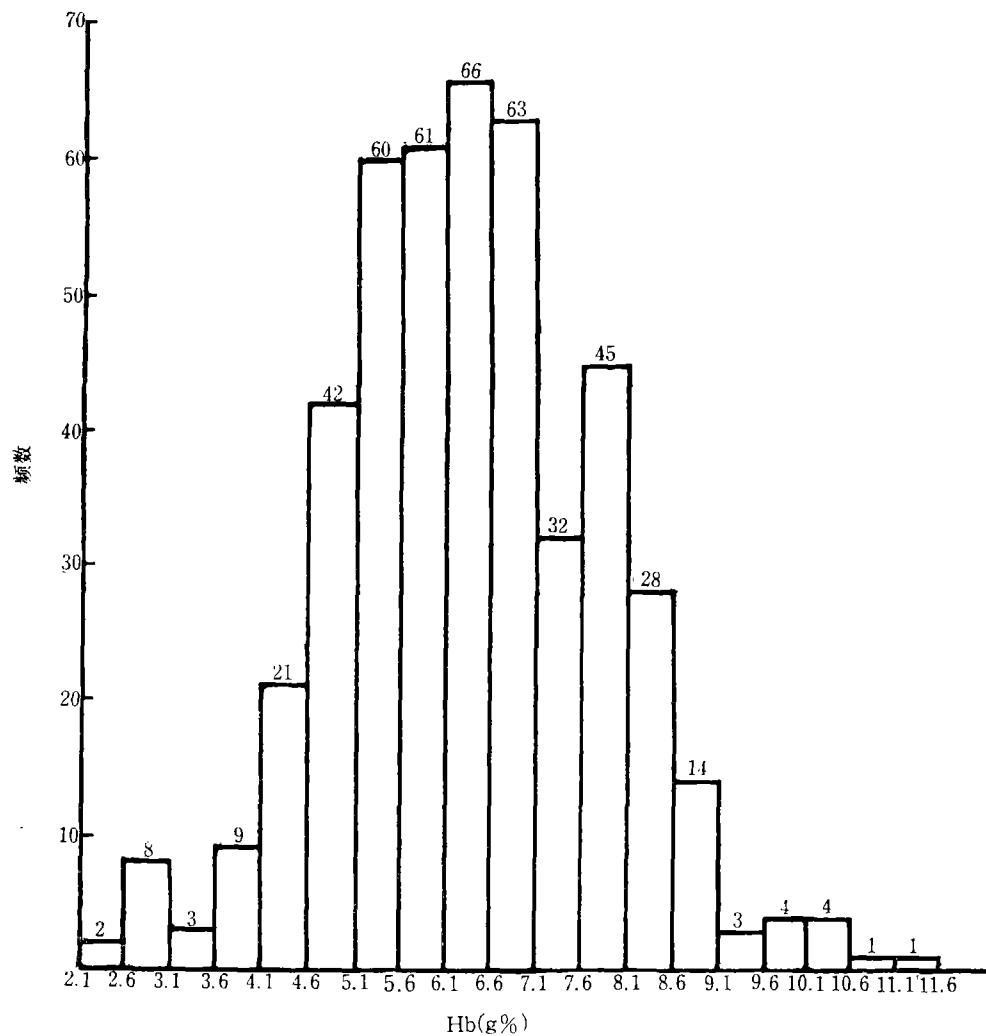


图 1 467 尾的血红蛋白量频数分布

Fig. 1 Histogram showing the frequency distribution of 467 fish haemoglobin levels

表2 九项血液常数值间的相关性

Tab. 2 Interrelation among nine haematological parameters of grass carp fingerlings

项目 Item	相关系数 Correlation coefficient	显著性 Significance	项目 Item	相关系数 Correlation coefficient	显著性 Significance
RBC-Hb	0.579	*	MCV-MCH	0.779	**
RBC-Ht	0.412	N.S.	MCV-MCHC	-0.489	N.S.
RBC-MCV	-0.373	N.S.	MCV-ESR	-0.786	**
RBC-MCH	-0.175	N.S.	MCV-PTP	0.082	N.S.
RBC-MCHC	0.281	N.S.	MCV-PGC	0.379	N.S.
RBC-ESR	0.092	N.S.	MCH-MCHC	0.101	N.S.
RBC-PTP	0.390	N.S.	MCH-ESR	0.140	N.S.
RBC-PGC	0.317	N.S.	MCH-PTP	-0.420	N.S.
Hb-MCV	0.345	N.S.	MCH-PGC	0.600	*
Hb-Ht	0.798	**	MCHC-ESR	0.750	**
Hb-MCH	0.694	*	MCHC-PTP	-0.041	N.S.
Hb-MCHC	0.373	N.S.	MCHC-PGC	0.190	N.S.
Hb-ESR	-0.195	N.S.	ESR-PTP	-0.260	N.S.
Hb-PTP	0.365	N.S.	ESR-PGC	-0.260	N.S.
Hb-PGC	0.749	**	PTP-PGC	0.110	N.S.
Ht-MCV	0.685	*			
Ht-MCH	0.635	*			
Ht-MCHC	-0.258	N.S.			
Ht-ESR	-0.688	*			
Ht-PTP	0.392	N.S.			
Ht-PGC	0.628	N.S.			

** $P<0.01$ (十分显著); * $P<0.05$ (显著); N.S. = Not significant (不显著)。

(二) 九项常数之间的相关性

常数间的相关性总共有 36 项(表 2), 其中 25 项为直线正相关, 11 项为直线负相关。显著性检验, 属十分显著的共有 5 项, 其中血红蛋白与红细胞比积、血红蛋白与血浆葡萄糖浓度、红细胞平均体积与红细胞平均血红蛋白量、红细胞平均血红蛋白浓度与红细胞沉降率为直线正相关, 红细胞平均体积与红细胞沉降率为直线负相关; 属相关显著的共 6 项, 其中红细胞与血红蛋白、血红蛋白与红细胞平均血红蛋白量、红细胞比积与红细胞平均体积、红细胞比积与红细胞平均血红蛋白量、红细胞比积与血浆葡萄糖浓度为正相关, 红细胞比积与红细胞沉降率为负相关。

从九项常数间相关性分析比较, 显著和十分显著的以红细胞比积与其他常数相关最多, 计 5 项; 其次为血红蛋白和红细胞平均血红蛋白量, 各有 4 项; 红细胞平均体积, 红细胞沉降率以及血浆葡萄糖浓度各有 3 项, 红细胞数、红细胞平均血红蛋白浓度仅各有 1 项, 血浆总蛋白与各项之间均无明显的相关性。

(三) 血液中九项常数值的周年变动

1979 年 9 月—1980 年 8 月, 每月 4—5 日进行测定的结果(表 3)。

各项目每月的数值均显现升降变动, 这种周年变动, 各项之间并不完全一致。但值得

表3 血液九项常数值周年变化

Tab. 3 Year-round changes of nine haematological parameters of grass carp fingerlings

月份 Month	水温 (°C)	RBC ($10^4/\text{mm}^3$)	Hb (g%)	Ht (%)	MCV (μm^3)	MVH (Pg)	MCHC (%)	ESR (mm/hr.)	PTP (g%)	PGC (mg%)
9	24.2	254.40 ± 49.69 (81)*	6.91 ± 0.98 (79)	21.17 ± 8.13 (44)	84.05 ± 17.49 (37)	26.84 ± 4.10 (37)	31.99 ± 8.36 (27)	4.80 ± 2.20 (10)	2.92 ± 0.59 (60)	112.31 ± 38.33 (55)
10	20.7	235.59 ± 53.22 (81)	6.25 ± 1.00 (79)	23.88 ± 3.20 (76)	105.07 ± 18.59 (72)	26.99 ± 3.57 (78)	26.08 ± 4.82 (75)	2.50 ± 0.90 (75)	2.25 ± 0.84 (69)	129.84 ± 17.54 (67)
11	12.6	238.48 ± 44.51 (31)	5.78 ± 0.77 (31)	25.11 ± 2.78 (31)	108.52 ± 18.71 (30)	24.84 ± 4.69 (31)	23.37 ± 2.52 (30)	2.44 ± 0.80 (31)	3.53 ± 0.44 (34)	111.07 ± 33.32 (34)
12	8.8	268.50 ± 39.95 (30)	7.54 ± 0.90 (30)	30.60 ± 4.75 (30)	115.40 ± 19.13 (30)	28.60 ± 4.90 (30)	25.39 ± 6.11 (30)	2.30 ± 1.12 (30)	3.55 ± 0.39 (31)	103.06 ± 27.67 (34)
1	5.9	282.00 ± 48.85 (30)	8.79 ± 2.10 (30)	36.84 ± 5.62 (30)	134.10 ± 29.21 (30)	31.86 ± 6.58 (30)	24.03 ± 3.52 (30)	1.70 ± 0.56 (30)	3.94 ± 0.60 (30)	232.26 ± 47.25 (22)
2	6.1	205.06 ± 42.83 (35)	6.39 ± 1.16 (34)	29.01 ± 4.29 (32)	149.65 ± 26.99 (32)	31.27 ± 6.26 (34)	21.91 ± 4.48 (31)	1.48 ± 0.52 (32)	3.24 ± 0.47 (32)	142.54 ± 41.85 (32)
3	8.9	195.00 ± 55.57 (32)	5.82 ± 1.33 (30)	26.97 ± 6.30 (30)	140.77 ± 33.08 (30)	30.76 ± 7.26 (30)	22.04 ± 2.90 (31)	1.63 ± 0.63 (30)	3.17 ± 0.59 (30)	78.82 ± 17.66 (28)
4	16.5	201.00 ± 51.00 (30)	5.84 ± 1.42 (30)	23.48 ± 5.00 (30)	117.61 ± 31.71 (27)	28.67 ± 6.47 (27)	25.06 ± 4.62 (27)	3.10 ± 0.79 (30)	2.91 ± 0.34 (31)	93.91 ± 31.91 (31)
5	23.2	226.00 ± 43.00 (30)	4.49 ± 1.14 (29)	22.41 ± 3.43 (30)	103.14 ± 27.41 (30)	19.67 ± 4.59 (29)	20.44 ± 6.18 (29)	2.87 ± 1.04 (30)	3.00 ± 0.43 (30)	70.56 ± 37.27 (31)
6	26.2	196.80 ± 52.80 (30)	5.08 ± 0.77 (30)	21.86 ± 3.30 (30)	115.82 ± 26.00 (30)	26.74 ± 4.64 (30)	23.56 ± 3.84 (30)	2.83 ± 0.88 (30)	2.58 ± 0.30 (30)	118.75 ± 23.73 (30)
7	28.9	219.00 ± 37.00 (30)	7.50 ± 1.33 (30)	33.15 ± 6.90 (30)	154.57 ± 35.80 (30)	34.74 ± 6.38 (30)	23.12 ± 4.60 (30)	2.00 ± 0.74 (30)	2.21 ± 0.60 (30)	131.63 ± 28.39 (30)
8	27.0	265.67 ± 44.00 (30)	5.70 ± 0.10 (30)	27.20 ± 5.15 (30)	103.83 ± 6.28 (29)	21.79 ± 2.88 (29)	21.22 ± 1.38 (29)	2.22 ± 0.85 (30)	2.62 ± 0.72 (30)	60.25 ± 27.24 (30)

* 括弧内的数字, 表示每项测定的鱼数。

Numbers in brackets, indicate number of fish determined.

注意的是各项目高值的出现月份都比较集中, 最高值出现的月份以1月份为最多, 有红细胞、血红蛋白、红细胞比积、血浆总蛋白和血浆葡萄糖浓度等5项; 7月份出现最高值的有红细胞平均体积和红细胞平均血红蛋白量2项; 红细胞平均血红蛋白浓度和细胞沉降率最高值则在9月出现。最低值出现的月份比较分散, 红细胞沉降率在2月、红细胞数在3月, 血红蛋白、红细胞平均血红蛋白量和红细胞平均血红蛋白浓度在5月, 血浆总蛋白在7月, 血浆葡萄糖浓度是8月; 9月出现最低值的有红细胞比积和红细胞平均体积2项。

从一年内各月份来分析, 红细胞波动不大。全年幅值为195—282万/毫米³, 8—1月

表4 体重与血液九项常数值的关系

Tab. 4 Relation between body-weight and haematological parameters of grass carp fingerlings

项目 Item	体重分类 Body-weight of fish (g)								相关系数 Correla- tion coeffic- ient	显著性 Signifi- cance
	10—19	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69	70—79	over 80以上		
RBC ($10^6/\text{mm}^3$)	215.00 ±48.22	242.00 ±58.85	247.70 ±48.85	241.42 ±49.47	238.17 ±52.31	262.17 ±54.00	216.40 ±56.60	230.77 ±42.62	0.0396	N.S.
Hb (g%)	4.95 ±1.14	6.29 ±1.28	6.85 ±1.19	6.49 ±1.20	6.70 ±1.86	7.70 ±1.85	7.64 ±1.30	7.66 ±1.48	0.890	**
Ht (%)	21.89 ±2.67	23.71 ±3.21	24.13 ±3.83	25.71 ±4.72	29.86 ±6.44	30.07 ±6.48	29.97 ±7.27	32.27 ±6.36	0.998	**
MCV (μ^3)	107.70 ±27.76	97.98 ±21.97	101.78 ±23.82	108.78 ±23.85	125.77 ±23.64	123.07 ±23.49	151.11 ±31.13	142.11 ±30.61	0.890	**
MCH (Pg)	23.68 ±5.86	25.21 ±5.49	27.52 ±6.45	28.45 ±3.65	30.11 ±5.56	28.38 ±6.54	34.61 ±8.95	32.36 ±6.88	0.915	**
MCHc (%)	22.21 ±7.93	26.09 ±4.66	28.32 ±8.32	26.27 ±10.65	23.86 ±3.03	23.43 ±4.59	23.20 ±4.49	23.20 ±4.39	-0.322	N.S.
ESR (mm/hr)	2.92 ±0.84	2.63 ±1.00	3.00 ±1.34	2.39 ±0.61	1.96 ±0.75	2.03 ±0.69	2.00 ±0.29	2.00 ±0.69	-0.865	**
PTP ^(a) (g%)	2.80 ±0.44	2.48 ±0.65	3.01 ±0.78	2.95 ±1.04	3.47 ±0.15	3.39 ±0.88	3.54 ±0.83	2.61 ±0.64	0.412	N.S.
PGC ^(b) (mg%)	102.60 ±32.60	141.83 ±37.75	125.85 ±28.49	117.19 ±30.28	116.26 ±51.28	108.33 ±47.54	108.51 ±28.22	120.37 ±36.54	-0.227	N.S.

** $P \leq 0.01$ (十分显著); * $P \leq 0.05$ (显著); N.S. = Not significant (不显著)

(a) Plasma total protein (b) Plasma glucose concentration.

接近在 233—282 万/毫米³之间; 2—7 月为 195—226 万/毫米³, 相差甚微。血红蛋白和红细胞比积全年变化无一定的规律

性, 两个数据均有两次高峰出现在 1 月和 7 月。血浆总蛋白的全年高低含量幅度为 2.21—3.94 克%, 各月变动比较有规律性, 总趋势是冬季含量较高, 夏季偏低。血浆葡萄糖浓度的周年变化除 1 月达最高值, 3, 5, 8 月出现低值外, 其余 8 个月含量变动在 93.91—142.54 毫克% 之间, 无规律性可寻。红细胞平均体积、红细胞平均血红蛋白量和红细胞平均血红蛋白浓度 3 项平均值全年变化幅度不大, 分别为 84—149 微米³, 19.67—34.74 微克和

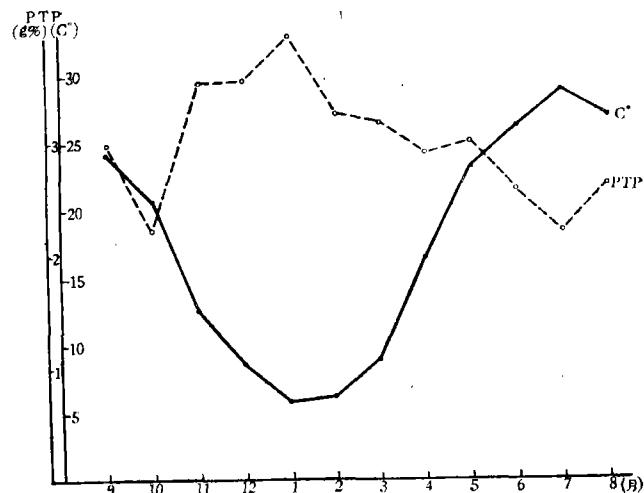


图2 水温与血浆总蛋白的关系

Fig. 2 Relation of water temperature to plasma total protein

20.44—31.99%。红细胞沉降率，除 9 月份沉降速度加快达 4.8 毫米/小时，1—3 月速度减慢在 1.48—1.7 毫米/小时外，其余各月沉降速度在 2—3 毫米/小时，相差甚微。

（四）常数值的周年变动与温度的关系

根据湖北省水文站东湖水温记录(表3)1 月水温最低，2 月以后逐渐回升，7 月最高，8 月份即开始下降。

将周年的温度值及各月血浆总蛋白含量绘制成曲线图(图2)，可以看到，月常数值在周年中，只出现一次升值，血浆总蛋白的周年变动与温度的升降呈负相关。按相关性分析， $r = -0.826$, $af = 10$, $p < 0.01$ ，相关十分显著。推算其回归方程为： $\hat{Y} = 3.86 - 0.05X$ 。

（五）鱼种体重与九项常数值的关系

将 1979 年 9 月所测定的草鱼种，按每增加 10 克作为一个等级，从 8 个体重等级的九项常数值统计结果(表4)可以看到，当鱼种体重在 10—100 克范围内时，体重的大小与血液的一些常数值存在着一定的相关性。其中血红蛋白、红细胞比积、红细胞平均体积、红细胞平均血红蛋白量的常数值随着体重的增长而升高；而红细胞沉降率却随着体重的增长而降低，相关性统计的结果表明，它们的相关性是十分显著的。

推算上述 5 项常数值与体重之间的回归方程式为：

血红蛋白与体重： $\hat{Y} = 4.84 + 0.039W$ 。

红细胞比积与体重： $\hat{Y} = 19.7 + 0.15W$ 。

红细胞平均体积与体重： $\hat{Y} = 88.77 + 0.62W$

红细胞平均血红蛋白浓度与体重： $\hat{Y} = 22.25 + 0.133W$ 。

讨 论

有关草鱼的血液学指标，目前仅赵明蔚等(1979)测定了 3—5 龄草亲鱼部分项目的常数值^[3]。我们从鱼种阶段血液常数值测定的结果与之比较，红细胞数及红细胞比积在鱼种阶段显然偏高，血红蛋白量则偏低。根据有关学者的研究^[6,7]，鱼类血液值的变动受年龄的影响。所以这种差异的存在，可能是年龄因素的结果。草鱼容易患病，而且在鱼种培育阶段的发病率较高，与成鱼的病症也有差别，因此，建立不同年龄的血液生理指标，显然是很必要的。

作者的研究表明，草鱼种血液各项常数值的周年变动，除了血浆总蛋白含量的变动受温度影响外，其他各项均与温度无直接关系。这与国外学者^[10,11,13,14,19-21]对鲑鳟鱼类研究的结果是一致的。据赵明蔚等(1979)的研究^[3]，红血球的周年变动与溶解氧成负相关，支持了苏联学者 Верецре, 1959^[22] 的结论，认为夏天温度高，耗氧量也大，而水中溶氧量却减少了，所以血红蛋白的含量就应比冬天高。但是从我们的测定中，冬季在水温最低值时，红细胞和血红蛋白等 5 项的数值反较夏天高，而且出现冬、夏季两个高峰值，似乎与上述结论并不完全符合。本工作并未作溶氧的测定，然而，从鱼种养殖的技术角度分析，可以认为他们的结论仍然是合理的。因为我国在冬季大多有并塘越冬的措施，武汉地区

冬季的平均气温在零度以上,在越冬池中鱼类的活动仅仅减弱,而并未完全停止,因此,冬季水中溶氧虽有所增高,但由于鱼类密度的加大,水体中溶氧量与鱼类的耗氧量不能平衡,故而,红细胞、血红蛋白等的含量就高。由于我国鱼种的养殖有明显的季节性,即越冬期、开食期、生长期和增肥期,每一养殖季节均有本身相应的技术措施,而各地养殖季节又稍有不相同,特别是越冬期的长短有较大的差别,因此,在进行血液测定时,需要注意这一因素。

鱼种的体重差异是与摄食量及新陈代谢有密切联系的,也可作为反映营养成份的标志。营养与血液常数值之间的关系,已被 Dorfman, 1973, Iuchi, 1973, McCarthy 1973^[12,16,17]等学者的研究所证实。作者的研究,显然与他们的结果是一致的。然而,应当指出,从本研究的数据中可以看到,超过一定体重范围,体重的增加与血液值关系并不一定沿着直线相关的趋势发展。因此,体重对血液值变动的影响因素,可能仅只适用于鱼种培育阶段。

影响鱼类血液值变动的因素,比较复杂,因此,在自然环境条件中较难得到一致的正常血液生理指标,这个问题已由许多学者探讨过^[8,9,15]。作者通过对池养草鱼鱼种九项血液值的周年变动规律、水温和体重等的研究,已逐步排除了干扰血液值波动的自然因素。从养殖角度考虑,由于养殖技术的日益提高,人为的作用使池养条件相对地比较稳定,作者认为过多地考虑各种影响变动的自然因素并不必要。因此,本研究中血液九项常数值,除血浆葡萄糖浓度外的其余8项,可以作为池养草鱼种血液正常指标,作为鱼种的检疫和健康的评定应用。再从鱼病诊断考虑,可选择变异系数较小的红细胞数、血红蛋白、红细胞比积和血浆总蛋白等作为常规检查项目。考虑到由于检测技术和方法不一致造成的误差,建议测定方法要与本研究所用方法一致。

参 考 文 献

- [1] 米瑞美, 1982。草鱼、鲤和鲢血液学指标的测定。淡水渔业, (4): 10—16。
- [2] 林光华, 1979。鲫鱼血液的研究。动物学报, 25: 210—219。
- [3] 赵明蔚等, 1979。池养鲤和草鱼血液学指标的研究。水生生物学集刊, 6, (4): 453—464。
- [4] 福州部队总医院编, 1977。临床医学检验。上海科学技术出版社。
- [5] 池田和夫, 1977。ジマス血清総蛋白定量法について。淡水区水产研究所研究报告, 27, (1): 27—34。
- [6] Aider, G., 1970. Hematological observation on rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) 1. Changes of the hemoglobin level caused by age and season. *Zool. Anz.*, 185: 36—46.
- [7] Barnhert, R. A., 1969. Effects of certain variables on haematological characteristics of rainbow trout. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 98: 411—418.
- [8] Blaxhall, P. C., 1972. The haematological assessment of the health of freshwater fish. *J. Fish. Biol.*, 4: 593—604.
- [9] Blaxhall, P. C. and K. W. Daisley, 1973. Routine hematological methods for use with fish blood. *J. Fish. Biol.*, (5): 771.
- [10] Denton, J. E. and M. K. Yousef, 1975. Seasonal changes in haematology of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 51, A: 151—153.
- [11] Dewilds, M. A. and A. H. Houston, 1967. Haematological aspects of thermoacclimatory process in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board. Can.*, 24: 2267—2281.
- [12] Dorfman, D., 1973. Serum protein pattern of white perch. *N. Y. Game Fish J.*, 20: 62—67.
- [13] Fouriq, F. IER. and J. Hottingh, 1976. A seasonal study of the haematology of carp (*Cyprinus carpio*) from a locality in the Transval, *South Africa*. *Zool. Afr.*, (11): 75—80.
- [14] Haider, G., 1971. Changes related to age and season in serum protein of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). *Z. Fish. Hilfswiss.*, 18: 107—124.

- [15] Haws, T. G. and C. J. Goodnight, 1962. Some aspects of the hematolgy of two species of catfish in relation to their habitats. *Phys. Zool.*, 35(1): 8—17.
- [16] Iuchi, I., 1973. The post hatching transition of erythrocytes from the larval to adult type in rainbow trout (*Salmo gairdneri irideus*) *J. Exp. Zool.*, 184: 383—396.
- [17] McCarthy, D. H., Stevenson, J. P. and M. S. Roberts, 1973. Some blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gairdneri Richardson*). I. The kamloops variety. *J. Fish Biol.*, 5: 1—8.
- [18] McCarthy, D. H., Stevenson, J. P. and M. S. Roberts, 1975. Some blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gainrdneri Richardson*). II. The shasta variety. *J. Fish. Biol.*, 7: 215—220.
- [19] Preston, A., 1960. Red blood values in the plaice (*Pleuronectes platessa L.*) *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 39: 681—687.
- [20] Van. Vuren, J. H. J. and J. Hattingh, 1976. The seasonal haematology of the small-mouth yellow-fish (*Barbus holubi*). *Zool. Afr.*, 11: 81—86.
- [21] Van. Vuren, J. H. J. and J. Hattingh, 1978. A Seasonal study of the haemotology of wild fresh water fish. *J. Fish Biol.*, 13: 305—314.
- [22] Вередре, И. Р., 1959. Сезонные изменения свойств Крови Плотвы и Окуния. *Вопр. Ихти.*, 12: 138—140.

HAEMATOLOGICAL STUDIES ON THE GRASS CARP

I. YEAR-ROUND CHANGES IN NINE HAEMATOLOGICAL PARAMETERS

Zhu Xinling Jia Lizhu and Zhang Minying
(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

Abstract

In order to meet the need of establishing a standard haematological profile for fish pathological purpose, altogether 741 healthy fingerlings of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) were examined during September, 1979-August, 1980. Results including 9 haematological parameters, their monthly variations and factors that affect the estimates are given in the present paper.

The year-round means of 9 haematological parameters of the fingerlings were: red blood cell (RBC)— $2.32 \pm 0.47 \times 10^6/\text{mm}^3$, haemoglobin (Hb)— $6.34 \pm 1.08 \text{ g\%}$, haematocrit (Ht)— $26.83 \pm 4.89 \text{ \%}$, mean cell volume (MCV)— $119.38 \pm 24.20 \mu^3$, mean cell haemoglobin (MCH)— $27.73 \pm 5.24 \text{ pg}$, mean cell haemoglobin concentration (MCHC)— $24.02 \pm 4.44 \text{ \%}$, erythrocyte sedimentation rate (ESR)— $2.49 \pm 0.92 \text{ mm/hr}$, plasma total protein— $2.99 \pm 0.53 \text{ g\%}$, plasma glucose concentration— $115.42 \pm 31.01 \text{ mg\%}$. The reliability of all parameters except ESR and plasma glucose concentration are approximately identical, with C. V. around 20%.

There was a monthly fluctuation in fish haematological parameters, of which the higher values occurred in January, July and September. As to the factors that affect the parameters, the values of plasma total protein (PTP) was found to be correlated negatively with water temperature (t , in $^{\circ}\text{C}$) ($r = -0.826$, $p = 0.01$), and the relationship may be described as $\hat{Y}_{\text{PTP}} = 3.86 - 0.05 t$. On the other hand, values of Hb, Ht, MCV, MCHC and ESR were all found to be correlated significantly with fish body-weight (W , in g) and the regression formulae for respective haematological parameter may be given as: $\hat{Y}_{\text{Hb}} = 4.84 + 0.039W$, $\hat{Y}_{\text{Ht}} = 19.7 + 0.15W$, $\hat{Y}_{\text{MCV}} = 88.77 + 0.62W$, $\hat{Y}_{\text{MCHC}} = 22.25 + 0.133W$, and $\hat{Y}_{\text{ESR}} = 3.14 - 0.154W$.

Key words Fingerlings, grass carp, haematological parameters