

# 草鱼血液学的研究

## II. 血清电解质和尿素氮的周年变化

朱心玲 贾丽珠 张明瑛

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

### 提 要

本文研究了草鱼稚鱼血清钾、钠、钙、氯、无机磷和尿素氮含量的周年变动规律, 分析了水温、体重对上述血液化学成分的影响。结果显示其周年变动无一定规律性可循。血清钠、氯变动幅度较小, 无机磷和尿素氮变动幅度较大, 幅值约有4倍。水温与血清钾显示正相关( $P \leq 0.05$ ), 与钠、钙显示负相关( $P \leq 0.01$ ,  $P \leq 0.05$ )。血清钠、尿素氮有随体重增加含量增高的趋势, 而钾却显著减少。

**关键词** 草鱼, 稚鱼, 血液学, 电解质, 尿素氮

70年代始, 在鱼类方面以血清电解质及尿素氮作为判断机体健康状况的指标。Hunh, (1972) 对鲑鳟、鲤科鱼类已进行此方面血液正常值的研究<sup>[10]</sup>。Amend, (1974b), 等在将其用于病理分析方面, 也有一定进展<sup>[8]</sup>。但对鱼类种群差异以及环境因素对其变动的影响规律尚不清楚, 故尚难应用于生产实际。考虑到草鱼在我国淡水渔业中的地位, 以及在草鱼疾病的诊断和检疫等方面的意义, 作者对草鱼稚鱼的血清电解质和尿素氮进行了测定, 并对其周年变动规律及影响变动的因素作了分析, 并使之标准化, 从而为草鱼血液病理的研究提供依据<sup>[9]</sup>。

### 材 料 与 方 法

**实验鱼** 周年测定所用的草鱼稚鱼, 由本所试验场定池提供。1980年3—8月至1981年2月所用的稚鱼, 分别由1979年5月和1980年5月孵出的鱼苗培育。根据鱼体的大小, 逐月捕取30—100尾健康草鱼稚鱼, 全年共取用454尾。实验鱼体重全距为10.3—200g, 平均体重56.22g; 长度全距为10.1—26cm, 平均长度为17.15cm。

**试剂与仪器** 实验中所用主要试剂, 如乙二胺四乙酸二钠(EDTA·2Na)硝酸汞、钼酸铵和二乙酰-肟等均为国产分析级试剂。国产火焰光度计(C型)及721型分光光度计。

**血清的制备** 一般在未喂食前捕鱼, 用切开围心腔法取血, 置冰箱 (4°C) 至少 20 min., 然后, 以 3 000 r/min 离心 15 min., 吸取上层血清, 有溶血者弃去。

**血清分析** 钾、钠测定使用火焰光度计, 钙用 EDTA 直接滴定法, 无机磷用钼酸盐法, 氯用硝酸汞滴定法, 尿素氮用二乙酰-肟法<sup>[4]</sup>。

全部数据经生物统计法整理。

## 结 果

### (一) 草鱼稚鱼血清电解质和尿素氮的年均值

血清钾、钠、钙、氯、氯化钠、无机磷以及尿素氮的年均值列于表 1。各项血液化学成分的可靠性程度, 通过月变异系数分析, 全年变动范围小的有血清钠、钙, 变异系数分别为 6.38、7.38。变动大的有血清钾和无机磷, 变异系数为 24.40 和 22.00。

表 1 草鱼稚鱼血清电解质及尿素氮年均值

Tab. 1 Annual mean values of serum electrolytes and urea nitrogen 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 Mean of monthly C. V.
血清钾 Serum K <sup>+</sup> (mmol/L)	318	1.01—8.57	4.17	±1.36	24.40
血清钠 Serum Na <sup>+</sup> (mmol/L)	372	89.80—177.50	122.31	±14.44	6.38
血清钙 Serum Ca <sup>++</sup> (mmol/L)	374	1.08—3.25	2.07	±0.42	7.38
血清无机磷 Serum inorganic phosphorus (mg%)	384	1.68—15.62	7.84	±2.76	22.00
血清氯 Serum Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	358	55.33—135.25	89.30	±12.97	12.12
血清氯化钠 Serum NaCl (mg%)	358	255.67—791.19	518.66	±71.90	12.09
血清尿素氮 Serum urea nitrogen (mg%)	375	1.45—16.90	7.26	±3.22	18.16

### (二) 血清电解质和尿素氮的相关性分析

表 2 示血清电解质和尿素氮的相关分析。经显著性检验, 相关显著三项, 其中呈直线正相关二项, 为血清氯和氯化钠 ( $P \leq 0.01$ ), 血清钠和无机磷 ( $P \leq 0.05$ ); 呈直线负相关的是一血清钾和钠 ( $P \leq 0.05$ ), 其余各项值之间无明显的相关性。

表 2 血清电解质、尿素氮之间的相关性  
Tab. 2 Correlations between serum electrolytes and urea nitrogen 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
血清钾—血清钠 Serum K <sup>+</sup> —Serum Na <sup>+</sup>	-0.693	*	血清钙—血清氯 Serum Ca <sup>++</sup> —Serum Cl <sup>-</sup>	0.071	—
血清钾—血清钙 Serum K <sup>+</sup> —Serum Ca <sup>++</sup>	-0.440	—	血清钙—血清氯化钠 Serum Ca <sup>++</sup> —Serum NaCl	0.173	—
血清钾—血清氯 Serum K <sup>+</sup> —Serum Cl <sup>-</sup>	0.275	—	血清钙—血清无机磷 Serum Ca <sup>++</sup> —Serum inorganic phosphorus	0.307	—
血清钾—血清氯化钠 Serum K <sup>+</sup> —Serum NaCl	0.070	—	血清钙—血清尿素氮 Serum Ca <sup>++</sup> —Serum urea nitrogen	0.452	—
血清钾—血清无机磷 Serum K <sup>+</sup> —Serum inorganic phosphorus	0.231	—	血清无机磷—血清氯 Serum inorganic phosphorus—Serum Cl <sup>-</sup>	0.359	—
血清钾—血清尿素氮 Serum K <sup>+</sup> —Serum urea nitrogen	0.305	—	血清无机磷—血清氯化钠 Serum inorganic phosphorus—Serum NaCl	0.284	—
血清钠—血清钙 Serum Na <sup>+</sup> —Serum Ca <sup>++</sup>	0.483	—	血清无机磷—血清尿素氮 Serum inorganic phosphorus—Serum urea nitrogen	0.411	—
血清钠—血清氯 Serum Na <sup>+</sup> —Serum Cl <sup>-</sup>	0.122	—	血清氯—血清氯化钠 Serum Cl <sup>-</sup> —Serum NaCl	0.961	**
血清钠—血清氯化钠 Serum Na <sup>+</sup> —Serum NaCl	0.167	—	血清氯—血清尿素氮 Serum Cl <sup>-</sup> —Serum urea nitrogen	0.113	—
血清钠—血清无机磷 Serum Na <sup>+</sup> —Serum inorganic phosphorus	0.640	*	血清氯化钠—血清尿素氮 Serum NaCl—Serum urea nitrogen	0.103	—
血清钠—血清尿素氮 Serum Na <sup>+</sup> —Serum urea nitrogen	0.204	—			

\*\*  $P \leq 0.01$  (十分显著); \*  $P \leq 0.05$  (显著); —=不显著 No significant.

表3 血清电解质和尿素氮的周年变化  
Tab. 3 Year-round changes in serum electrolytes and urea nitrogen of grass carp fingerlings

月份 Month	月平均水温(℃) Mean water temperature (°C)	血清钾 Serum K <sup>+</sup> (mmol/L)		血清钠 Serum Na <sup>+</sup> (mmol/L)		血清氯 Serum Cl <sup>-</sup> (mmol/L)		血清氯化钠 Serum NaCl (mg%)		血清无机磷 Serum inorganic phosphorus (mg%)		血清尿素氮 Serum urea nitrogen (mg%)	
		Serum Ca <sup>++</sup> (mmol/L)	Serum C <sub>1</sub> (mmol/L)	Serum Na <sup>+</sup> (mmol/L)	Serum Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	Serum NaCl (mg%)	Serum inorganic phosphorus (mg%)	Serum urea nitrogen (mg%)	Serum urea nitrogen (mg%)	Serum inorganic phosphorus (mg%)	Serum urea nitrogen (mg%)		
3	8.5	2.88±0.74(30)	122.33±8.89(32)	2.19±0.08(32)	92.09±6.28(30)	539.05±35.87(30)	8.11±1.40(28)	5.84±1.19(32)	5.84±1.19(32)	8.11±1.40(28)	5.84±1.19(32)		
4	16.5	5.66±1.37(29)	112.68±8.67(29)	2.20±0.03(30)	80.05±7.48(22)	468.00±41.00(22)	10.76±2.27(18)	6.14±1.01(30)	6.14±1.01(30)	10.76±2.27(18)	6.14±1.01(30)		
5	23.2	4.63±1.14(30)	102.99±7.36(30)	1.37±0.14(30)	96.88±4.33(29)	567.00±53.00(29)	2.68±1.02(29)	3.08±0.65(30)	3.08±0.65(30)	2.68±1.02(29)	3.08±0.65(30)		
6	26.2	4.88±1.29(30)	111.26±7.50(30)	1.69±0.14(30)	77.20±6.97(29)	445.00±58.00(29)	6.85±2.15(30)	4.67±0.46(30)	4.67±0.46(30)	6.85±2.15(30)	4.67±0.46(30)		
7	28.9	4.00±0.93(31)	116.78±4.97(31)	1.81±0.12(32)	92.15±16.15(32)	531.21±84.89(32)	8.31±2.54(31)	4.20±0.96(32)	4.20±0.96(32)	8.31±2.54(31)	4.20±0.96(32)		
8	27.0	4.82±0.56(35)	121.32±16.07(35)	1.69±0.14(35)	92.10±9.85(35)	542.13±59.90(35)	11.23±0.83(34)	8.54±1.48(35)	8.54±1.48(35)	11.23±0.83(34)	8.54±1.48(35)		
9	24.3	4.74±1.33(31)	113.25±4.25(31)	2.01±0.13(31)	92.39±21.78(30)	506.24±76.29(30)	5.54±1.27(30)	12.48±1.90(31)	12.48±1.90(31)	5.54±1.27(30)	12.48±1.90(31)		
10	20.5	4.17±1.20(33)	125.64±4.23(34)	2.27±0.15(34)	91.83±6.14(34)	537.19±36.53(34)	9.79±2.10(30)	10.36±0.89(34)	10.36±0.89(34)	9.79±2.10(30)	10.36±0.89(34)		
11	15.5	—	140.56±5.18(30)	2.44±0.17(30)	92.71±13.06(29)	542.45±76.47(29)	11.02±1.76(29)	10.53±1.25(31)	10.53±1.25(31)	11.02±1.76(29)	10.53±1.25(31)		
12	8.5	3.88±1.19(17)	120.09±12.38(30)	2.63±0.29(30)	83.36±12.31(27)	487.77±72.04(27)	8.22±1.72(29)	10.09±2.57(30)	10.09±2.57(30)	8.22±1.72(29)	10.09±2.57(30)		
1	6.0	3.75±0.31(24)	141.77±7.44(30)	1.87±0.27(30)	84.56±11.51(30)	494.69±71.10(30)	6.00±1.16(30)	5.46±1.43(30)	5.46±1.43(30)	6.00±1.16(30)	5.46±1.43(30)		
2	9.0	2.02±0.74(28)	138.95±5.27(30)	2.70±0.15(30)	92.07±13.67(31)	538.60±80.13(31)	6.19±1.09(30)	5.32±1.20(30)	5.32±1.20(30)	6.19±1.09(30)	5.32±1.20(30)		

\* 括弧内的数字, 表示每项测定的鱼数。Number in brackets indicates number of fish determined.

### (三) 血清电解质和尿素氮含量的周年变化

从 1980 年 3 月至 1981 年 2 月, 每月 20 或 21 日采血测定, 逐月测定的结果列于表 3。各项值虽在周年中呈现高、低、升或降变动, 但出现的月份却分散且不集中, 并无一定的规律性。

七项值中血清钠、氯和氯化钠, 全年含量的升降变动不大, 高低值相差甚微。血清钠、氯和氯化钠高值, 分别出现在 11 月、5 月和 5 月, 低值出现在 5 月、6 月和 6 月。含量变动相差约一倍的有血清钾和钙, 高值出现在 4 月和 2 月; 低值在 2 月和 5 月。全年含量变动最大的是血清无机磷和尿素氮, 高低值相差约 4—5 倍。高值出现在 8 月和 9 月, 低值均在 5 月(表 3)。

### (四) 水温与血清电解质和尿素氮的关系

试验期间水温变动为 6—28.9℃。最高水温在 7 月, 最低在 1 月。所测定七项血液值中, 四项与水温无关, 三项与水温呈现相关性。水温与血清钾显示  $P \leq 0.01$  的正相关, 与血清钠、钙显示  $P \leq 0.01$  和  $P \leq 0.05$  的负相关。

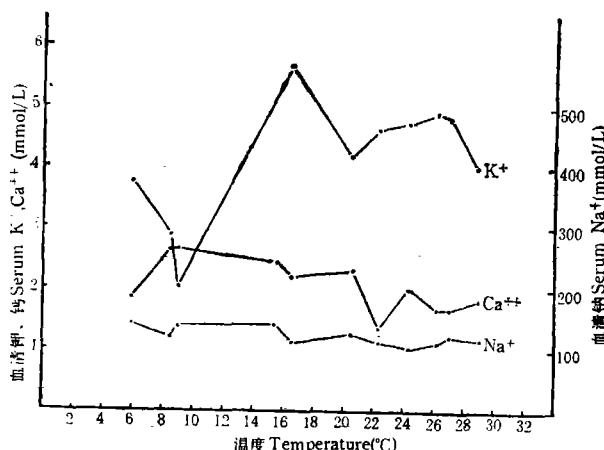


图 1 水温与血清钾、钠和钙的关系。

Fig. 1 Relationships of water temperature to serum  $K^+$ ,  $Na^+$  and  $Ca^{++}$ .

### (五) 体重与血清电解质和尿素氮的关系

将试验期间所用稚鱼, 按每增加 10 g 作为一个等级, 分为 8 个体重级, 第 9 个为 101—200 g 的体重范围。根据上述 9 个体重等级组的血清电解质和尿素氮的含量进行统计, 结果见图 2。

图 2 显示血清钠、尿素氮随体重增加逐步升高( $P \geq 0.05$ ); 而血清钾的含量则随体重的增加显著减少( $P \geq 0.01$ ), 其余四项值与体重的递增无关。

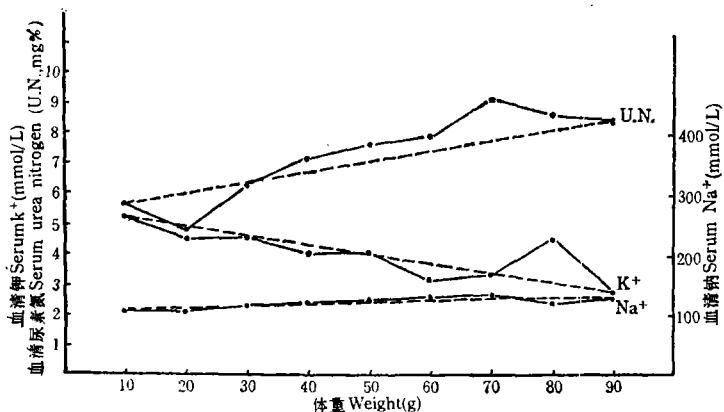


图 2 体重与血清钾、钠和尿素氮的关系。

Fig. 2 Relationships of body weight to serum  $K^+$ ,  $Na^+$  and urea nitrogen (U.N.).

## 讨 论

本研究结果显示草鱼稚鱼血清电解质与尿素氮的周年变化, 无一定规律性可寻, 除无机磷全年变动范围较大外, 其余各项值的变动较小。表明了机体在代谢活动正常时, 体内离子浓度保持最适状态。这一结果是与 Haider, (1978), 研究相符合<sup>[7]</sup>。

据 Gross, (1976), 报道, 虹鳟体内血清无机磷浓度变化较大是由于鱼类的易变和复杂的磷代谢所致。同时, 也证实了无机磷的变动与食物磷的补充无关。作者的研究也证实了无机磷的浓度全年变动范围较大, 是否与 Gross 所解释的一致, 尚待进一步研究<sup>[6]</sup>。

本研究结果表明水温与钠、钙离子浓度显示负相关, 与钾离子的浓度显示正相关。此结果已被尾崎久雄等的研究所证实<sup>[3,9]</sup>。据文献介绍, 血清钾、钠、钙系维持神经和肌肉正常应激功能, 其中尤以钾、钙最为突出。因此, 当水温变动时, 为了应激适应, 而含量有所改变是符合上述见解<sup>[4]</sup>。作者曾对患呼肠弧病毒的病鱼, 进行血清电解质的含量测定, 结果表明血清钙、钾离子是血清电解质病理变化的主要标志。由此, 也证明了钾、钙是行使应激反应的主要离子<sup>[2]</sup>。Sano, (1957), 曾用鳗鲡做试验, 发现停止投饵的情况下, 鳗鲡的血清钙下降, 并认为这是由于冬季低温摄食减少所致。而作者测定的结果呈负相关, 说明活动少亦可使血钙量蓄积少。其原因尚待进一步研究。本研究还显示, 血清氯和氯化钠的含量, 不受水温、体重等因素变动的影响, 进一步表明了这类电解质在维持鱼体液的渗透压平衡中的作用。

## 参 考 文 献

- [1] 朱心玲、贾丽珠、张明瑛, 1985。草鱼血液学的研究: I, 九项血液常数的周年变化。水生生物学报, 9(3): 248—257。
- [2] 朱心玲、贾丽珠、张明瑛, 1987。草鱼出血病潜伏期和发展期的血液病理研究。水生生物学报, 11(1): 59—66。
- [3] 尾崎久雄, 1982。鱼类血液与循环生理。上海科学技术出版社。
- [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 ] Amend, D. F. & Smith, L. 1974b. Pathophysiology of infectious hematopoietic necrosis virus disease in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Early changes in blood and aspects of the immune response after infection of IHN -virus. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **31**: 1371—1378.
- [ 6 ] Gross, H. 1976. Calcium und Phosphatgehalt im Blutserum von Forellen in Beziehung zum Teichchemismus. *Fisch und Umwelt* **2**, 93—109.
- [ 7 ] Haider, G. 1978. Zur Kenntnis einiger Serumelektrolyte der Regenbogenforelle *Salmo gairdneri* Richardson. *Zool. Anz.* **201**, 293—304.
- [ 8 ] Harbell, S. C., Hodgins, H. O. & Schiwe, M. H., 1979. Studies on the pathogenesis of vibriosis in coho salmon *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum). *J. Fish Diseases*, **2**: 391—404.
- [ 9 ] Houston, A. H., Reaves, R. S., Madden, J. A. & DeWilde, M. A. 1968. Environmental temperature and the body fluid system of the freshwater teleost. I. Ionic regulation in thermally acclimated rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.* **25**, 563—581.

## HAEMATOLOGICAL STUDIES ON THE GRASS CARP

### II. YEAR-ROUND CHANGES IN SERUM ELECTROLYTES AND UREA NITROGEN OF FINGERLINGS

Zhu Xinling Jia Lizhu and Zhang Minying

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

#### Abstract

The paper is the second part of haematological studies on the grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fingerlings. One year old fishes were obtained from the Fish Farm of Institute of Hydrobiology, in March, 1980, and February, 1981. Altogether 454 healthy fishes were used for clinical tests. At the time of sampling, the fish on average measured 17.15cm (10.1—26 cm) and weighed 56.22 g (10.3—200 g). Concentrations of sodium, potassium, calcium, chloride, inorganic phosphorus and urea nitrogen in serum, their monthly variations and factors affecting these parameters were described in the present paper.

The annual mean concentrations of serum electrolytes and urea nitrogen of the fingerlings were: sodium, 122.31 mmol/L (S.D. +14.44); potassium, 4.17 mmol/L (S.D.  $\pm$  1.36); calcium, 2.07 mmol/L (S.D.  $\pm$  0.42); chloride, 89.3 mmol/L (S.D.  $\pm$  12.97); sodium chloride, 518.66 mg/l (S.D.  $\pm$  71.90); inorganic phosphorus, 7.84 mg/l (S.D.  $\pm$  3.22).

Though contents of serum electrolytes and urea nitrogen fluctuated within a year, such fluctuations did not show any clear patterns. At high water temperatures, concentration of potassium increased and those of sodium and calcium decreased. But levels of chloride, inorganic phosphorus and urea nitrogen remained constant.

In addition, contents of sodium and urea nitrogen increased, and potassium content decreased with increased body weight. Contents of calcium, chloride and inorganic phosphorus did not vary with both weight.

**Key words** Grass carp, Juvenile fish, Haematology, Electrolytes, Urea nitrogen