

Improved resistive bridge amplifier

Liu Chunming

(Dept. of Aquaculture, Dalian Fisheries College, Dalian, 116024)

Abstract Three methods used for improving resistive bridge amplifier are introduced in this paper. The first is that resistive sensor is compensated. The second is that sensor is compensated and amplifier is improved. The last one is that negative feedback is used in the circuit. Experiment results are given to support the theoretical analyses.

Key words resistance electric bridge, sensor amplifier, linearity, negative feedback

• 研究简报 •

吉林地区鲤越冬池的冰下浮游生物

李永函

(养殖系)

张志刚

(吉林市水产技术推广站, 132000)

摘要 吉林地区鲤越冬池冰下浮游植物, 总生物量 48.11 mg/L, 其中绿藻门最多, 占 43.84%; 隐藻门、硅藻门次之, 各占 20% 左右; 其余各门生物量之和不足 15%。轮虫、原生动物和桡足类构成冰下主要浮游动物, 生物量 8.04 mg/L, 以轮虫特别是臂尾轮虫量最高。各试验点的浮游生物种、量有较大差别, 本文分析了引起差别的原因, 同时探讨了浮游生物量与水体透明度的关系。

关键词 越冬池, 浮游生物, 透明度

吉林地区

中图分类号 Q948.8, S917.3

Planktons in Carp-wintering Ponds in Jilin Province

Li Yonghan and Zhang Zhigang.

(Dept. of Aquaculture, Dalian Fisheries College, Dalian 116024)

Abstract It was found that total biomass of phytoplankton was 48.11 mg/L comprising 43.84% chlorophyta, 20% Bacillariophyta, 20% Cryptophyceae and <15% the others in carp-wintering ponds in Jilin, China. About 8.04 mg/L was the total biomass of zooplankton dominated by rotifers, especially *Brachionus spp.* The reasons for differences in species and biomass of plankton in various fish ponds were discussed. The relationship between plankton biomass and transparency was also demonstrated.

Key words wintering-pond for carp, plankton in ice-covered ponds, transparency

自 80 年代初“冰下生物增氧技术”^[2]研究成功及其推广应用以来, 我国北方越冬池鱼的成活率逐年提高。但是随着养殖方式的改变, 特别是集约化饲养南方杂交鲤的盛行, 近

• 收稿日期: 1993-06-02

年又出现了越冬鲤种大量死亡的现象。为探明原因,进而提高其成活率,我们于1989年和1990年两个冬季,对吉林地区鲤越冬池的水质进行全面分析,同时,对浮游生物进行了调查研究。

1 池塘条件和工作方法

1989年冬~1991年春,先后选用吉林地区的朝阳水库、西阳水库、沙河水库、庙岭水库和三家子渔场(以下简称朝阳、西阳、沙河、庙岭、三家)所属29个鲤种越冬池做试验池,从每年11月上旬至翌年3月下旬,连续观测两年,每1~2d采样一次。试验池冰下水深除沙河水库各池>4m外,其余为2m左右。越冬初期实行排水清塘或换水,水源除三家子渔场用一部分井水外,其余为水库水或经用漂白粉(1~2ppm)消毒处理后的原池老水;对原塘越冬池鱼进行拉网锻炼,西阳、三家子的试验池还用铁链反复拉拽搅动底泥。在整个越冬期除朝阳各池注排水频繁,水交换量相当大外,其余试验点一般不大量换水。各试验池冰质为明冰或半明冰,下雪后及时清扫。

采样时在池中心打一直径约50cm的冰孔,用容积为1L的玻璃采水器采中层的浮游植物水样500ml。当场用鲁哥氏液固定后带回实验室经24h静置沉淀,再用虹吸管浓缩成100~50ml,首先按“内陆水域渔业资源调查规范”定量浮游植物,再浓缩到10ml进行小型浮游动物定量,桡足类成体等大型浮游动物是用容积为2L的有机玻璃采水器取10L水用18号筛绢网过滤。计算方法按规范。

2 结果

2.1 浮游植物

在吉林地区的鲤鱼越冬池中观察到浮游植物近30属,但形成优势种者只有光甲藻(*Glanodinium*)、隐藻(*Cryptomonas*)、衣藻(*Chlamydomonas*)、小球藻(*Chlorella*)、栅藻(*Scenedesmus*)、裸藻(*Euglena*)、壳虫藻(*Trachelomonas*)、小环藻(*Cyclotella*)、直链藻(*Melosira*)、针杆藻(*Synedra*)、菱形藻(*Nitzschia*)、曲壳硅藻(*Achnanthes*)、棕鞭藻(*Ochromonas*)、锥囊藻(*Dinobryon*)等10余属。

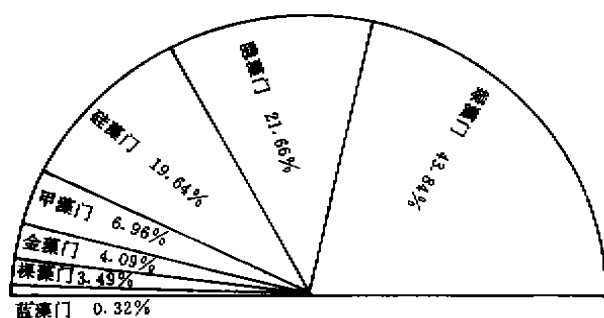


图1 各门浮游植物所占比例

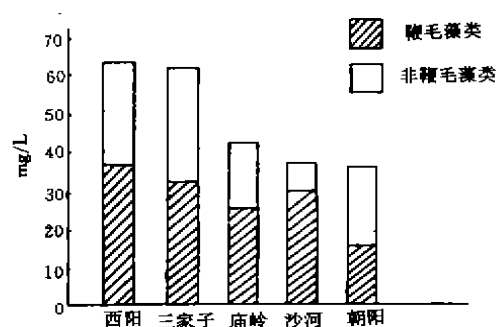


图2 各试验点浮游植物生物量比较

表1 吉林地区越冬池浮游植物的生物量 (mg/L)

浮游植物	朝阳水库 (8)*	沙河水库 (5)	庙岭水库 (3)	西阳水库 (6)	三家子渔场 (7)	平均	占总量%
绿藻门	17.77	17.02	17.47	25.73	27.44	21.09	43.84
隐藻门	4.59	13.67	6.92	18.94	7.98	10.42	21.65
硅藻门	7.23	3.22	9.42	12.98	14.39	9.45	19.64
甲藻门	4.08	1.03	4.96	3.92	2.78	3.35	6.96
金藻门	1.26	0.36	1.77	1.11	5.35	1.97	4.09
裸藻门	1.64	2.74	2.02	0.56	1.45	1.68	3.49
蓝藻门	0.14	0.29	0.08	0.20	0.03	0.15	0.32
共计	36.71	38.33	42.64	63.44	59.43	48.11	100
鞭毛藻	17.49	29.15	24.40	37.39	31.29	27.94	
占总量%	47.65	76.05	57.22	58.94	52.65	58.08	

* 括号 () 内为试验池数

从表1和图1可见,5个试验点越冬池中的浮游植物涉及淡水浮游藻类的7个门,总生物量为48.11 mg/L,其中绿藻门最多,为21.09 mg/L,占43.84%;隐藻门和硅藻门次之,分别为10.42 mg/L和9.45 mg/L,各占20%左右;其余各门生物量之和仅7.15 mg/L,所占比例尚不足15%。以上各门浮游植物总生物量中,鞭毛藻类为27.94 mg/L,占58.08%,但各试验点不平衡,其中以沙河最多,占76.05%;朝阳最少,仅占47.65%。

从表1和图2可见,吉林地区5个试验点的浮游植物生物量平均 (48.11 ± 12.44) mg/L,变幅为36.71~63.44 mg/L,其中西阳和三家最高,为60 mg/L左右,朝阳、沙河较少,都不足40 mg/L,庙岭居中为42.64 mg/L。

2.2 浮游动物

在吉林地区5个试验点的29个越冬池中的浮游动物主要由轮虫、原生动物和桡足类组成。除在朝阳水库的个别试验池中发现少数象鼻溞(*Bosmina*)和秀体溞(*Diaphanosoma*)外,其余越冬池中均未见到枝角类。

轮虫的习见种有角突臂尾轮虫(*Brachionus angularis*)、蓴花臂尾轮虫(*B. calyciflorus*)、壶状臂尾轮虫(*B. urceus*)、矩形臂尾轮虫(*B. leydigi*)、长三肢轮虫(*Filinia logiseta*)、臂三肢轮虫(*F. brachiata*)、针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*)、螺形龟甲轮虫(*Keratella cochlearis*)、梳状疣毛轮虫(*Synchaeta pectinata*)、前额犀轮虫(*Bhinoglena frantalis*)等。夏季常见的晶囊轮虫(*Asplanchna* sp.)和巨腕轮虫(*Pedalia*)在冰下水体中十分罕见;原生动物主要为纤毛虫,其中喇叭虫(*Stentor* sp.)出现率最高且常形成优势种群;桡足类只发现剑水蚤及其无节幼体。

从表2可见,各类浮游动物的总生物量为48.11 mg/L,约为浮游植物的1/6。其中轮虫居首位为4.91 mg/L,占61%;原生动物次之为2.37 mg/L,占29.5%,桡足类最少为0.76 mg/L,占9.5%(图3)。轮虫中,生物量在1 mg/L以上者有角突臂尾轮虫、梳状疣毛轮虫和前额犀轮虫,三者共4.01 mg/L,占轮虫生物量的81.67%;生物量>0.1

mg/L 的有萼花臂尾轮虫、矩形臂尾轮虫和壶状臂尾轮虫,其余几种小型轮虫的生物量极小。原生动物中喇叭虫的生物量达 1.88 mg/L 约为原生动物生物量的 80%,其它纤毛虫数量虽多,生物量却微不足道。

从表 2 还可见,各试验点的浮游动物生物量平均 48.11 mg/L,变幅为 1.96~17.21 mg/L,其中西阳和三家子最高,均>10 mg/L,其余各试验点总和不足 10 mg/L (图 4)。

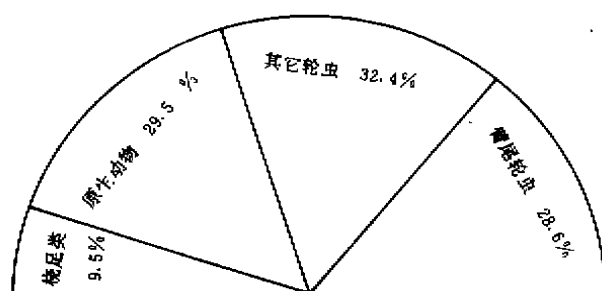


图3 各类浮游动物所占比例

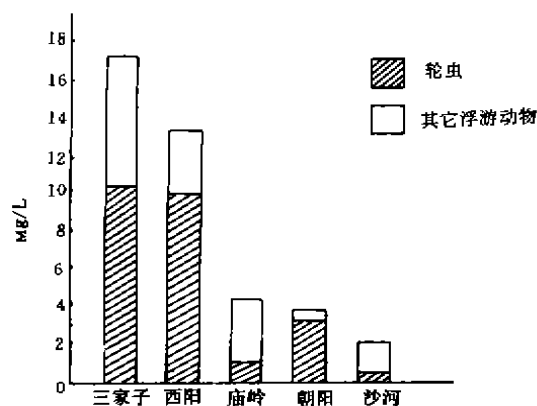


图4 浮游动物生物量比较

表2 吉林地区鲤越冬池各类浮游动物的数量和生物量

$$\left(\frac{\mu \cdot L^{-1}}{mg \cdot L^{-1}} \right)$$

浮游动物		朝阳水库 (8)*	沙河水库 (5)	庙岭水库 (3)	西阳水库 (6)	三家子渔场 (7)	平均
轮虫	角突臂尾轮虫	76 0.07	171 0.17	91 0.10	1973 5.6	5634 5.6	1589 1.58
	萼花臂尾轮虫	56 0.34	24 0.14	—	—	168 1.00	50 0.30
	壶状臂尾轮虫	188 0.38	—	—	133 0.27	—	64 0.13
	矩形臂尾轮虫	20 0.12	6 0.03	—	61 0.37	159 0.95	49 0.29
	长三胶轮虫	8 0.01	6 0.01	—	—	175 0.05	38 0.01
	臂三胶轮虫	—	—	—	986 0.30	12 0.01	200 0.06
	针簇多肢轮虫	—	—	108 0.03	1125 0.34	50 0.02	257 0.08
	螺形龟甲轮虫	285 0.09	—	—	128 0.04	—	83 0.03
	梳状疣毛轮虫	161 0.97	34 0.20	—	—	12 0.07	208 1.25
	前额犀轮虫	246 1.23	—	159 0.8	309 1.55	462 2.31	235 1.18
	小计	1040 3.21	241 0.55	358 0.93	5547 9.83	5672 10.01	2772 4.91
桡足类	剑水蚤	11 0.33	37 1.11	25 0.75	14 0.42	5 0.15	18 0.55
	无节幼体	16 0.06	75 0.30	33 0.13	29 0.12	107 0.43	52 0.21
	小计	27 0.39	112 1.41	58 0.88	43 0.54	112 0.58	70 0.76
原生动物	喇叭虫	17 0.17	—	195 1.95	134 1.34	595 5.95	188 1.88
	其它纤毛虫	2119 0.11	258 0.01	4960 0.24	28181 1.41	13450 0.67	7353 0.49
	小计	2136 0.28	258 0.01	5055 2.19	28315 2.75	14001 6.62	7532 2.37
合计 (生物量)		3.88	1.96	4.00	17.21	13.13	8.04

* 括号 () 中为试验池数

3 讨论

3.1 吉林地区鲤越冬池浮游植物量的特点

该地区 29 个越冬池浮游植物生物量平均高达 (48.11 ± 12.44) mg/L, 比主养鲢、鳙的哈尔滨地区的越冬池 (38.8 ± 13.06) mg/L 高出约 1/4, 其主要原因是吉林地区以精养鲤为主, 越冬池多兼做饲养池, 饲养期投入大量人工饲料, 而越冬池又多采用老水, 水中含有丰富的有机质和营养盐, 加之大量鲤种的排泄和活动(放养密度平均 0.5 kg/m^3 左右, 而哈尔滨鱼种放养密度仅为 0.3 kg/m^3) 都有利于浮游植物的繁殖。从表 1 可见, 吉林地区 5 个试验点的浮游植物生物量相差颇大, 可大致分为高、中、低三个档次: 西阳、三家子平均为 60 mg/L 左右系高档; 朝阳、沙河不足 40 mg/L 为低档; 庙岭接近均值属中档。产生差别的原因, 一是水深的影响, 沙河各池水深 $>4 \text{ m}$, 其它试验点水深为 2 m 左右, 相差近 1 倍。水深对浮游植物的影响主要是通过光照, 据雷衍之 (1983)^[8]测定, 越冬池补偿深度大约在 1~1.5 m 深处。补偿深度以下的水层缺少浮游植物所需的光照, 其种群数量必然受到影响。至于朝阳水库, 则是因为频繁排注水, 水交换量过大而使藻类生物量难以积累; 浮游植物生物量最高的西阳和三家子两个点的冰下水深不过 2 m 左右, 整个越冬期补水不多, 加上放养密度高 (0.75 kg/m^3 左右), 所以浮游植物生物量较沙河和朝阳高出 2/3 以上。值得注意的是沙河水库各越冬池的鞭毛藻类生物量所占比例高达 76.05%, 较其余各点多出 1/4。初步分析与水深不无关系, 因为鞭毛藻类可以借助鞭毛运动而自由选择光照合适的水层^[3,6], 比硅藻、绿球藻类等更适应深水环境。

3.2 吉林地区鲤越冬池浮游动物种、量的特点

该地区浮游动物组成上的特点是臂尾轮虫占优势。表 2 的数据说明, 在 4.91 mg/L 的轮虫生物量中, 臂尾轮虫生物量达 2.3 mg/L, 接近总生物量的一半。哈尔滨地区越冬池的轮虫总生物量凑巧也是 4.91 mg/L^[3], 但其主要组分是犀轮虫 (67.8%), 臂尾轮虫只占 7.6%。两地区轮虫种群生物量的差异与各种轮虫休眠卵的生态习性以及所采取的人为措施有关。为了使鲤种得到锻炼并使富含有机质的底泥得到充分氧化, 吉林地区的 5 个试验点除沙河外, 其余各点在越冬初期都不同程度地用网具拉拽, 其中西阳和三家子各越冬池还用铁链子来回搅动底泥。臂尾轮虫休眠卵萌发的生物学零度为 $3 \sim 10^\circ\text{C}$ ^[4,10], 封冰前搅动底泥使其上浮, 当时的水温仍在其生物学零度以上, 尚可从休眠卵中萌发出第一代非混交雌体(干母)^[1]。据 Herzig (1983)^[9]的资料, 蓴花臂尾轮虫在 0.6°C 时, 夏卵经 9.64 d 可发育, $1.6 \sim 2.2^\circ\text{C}$ 时 7.35~6.50 d 可发育。又据黄详飞 (1985)^[7]资料, 蓴花臂尾轮虫在相同温度下所经历的世代时间, 大约为其夏卵发育的 3 倍, 即在冰下水体 ($1.5 \sim 2.5^\circ\text{C}$) 中每个世代大约需要 20 d 左右, 可见这类轮虫在越冬池中可以借干母产生的夏卵发育并经几代繁殖而达到相当数量。至于像犀轮虫这类具浮性休眠卵^[3]的种类, 即使不搅动底泥它的休眠卵也可在冰封前萌发, 所以在哈尔滨地区不用铁链搅动底泥的越冬池中亦能大量繁殖, 然而具沉性休眠卵的臂尾轮虫就难得孳生了。

了解上述情况对冰下水体中轮虫的控制颇有价值, 因为冰下轮虫的种群数量主要来自封冰前休眠卵的萌发。如果临近封冻用药物将干母杀死, 那么, 越冬池就断绝了轮虫

种源、即使尚存少许漂浮的冬卵,也因冰冻而不能萌发。我们1991年的实践充分证实了这一推断,目前,凡在封冻前5~7 d用药物杀死第1代轮虫者,整个冬季将很少有臂尾轮虫的踪迹。

吉林地区5个试验点浮游动物生物量相差悬殊,西阳和三家子都超过10 mg/L,其余三个点的总和尚不足10 mg/L,其实就是轮虫生物量的差别所致。至于西阳、三家子轮虫,特别是臂尾轮虫生物量特别大的原因,正如前述,这两个点在越冬前期曾用铁链反复拉拽底泥,促进了休眠卵的萌发。

喇叭虫生物量大是吉林地区鲤越冬池浮游动物的又一特点。该区29个越冬池喇叭虫生物量平均1.88 mg/L,约占浮游动物生物量的1/4。喇叭虫是一类喜有机质的兼性浮游动物,鲤越冬池底泥表面的大量残饵碎屑为之提供了丰富的食物和附着基质,我们曾在刚采上底泥的有机玻璃采泥器的泥水介面看到每cm²约有100余个喇叭虫。这类附着动物当水流冲击或鱼类活动时均可将之泛起于水层中营浮游生活。所以它可以出现在浮游生物水样中。喇叭虫滤食浮游植物自身又耗氧。当其大量繁殖时可造成池水溶氧不足,目前尚无特效药物防治,采取抽换底层水的办法可有效地控制其数量。

3.3 浮游生物量与水体透明度的关系

冰下水体没有风浪、施肥、投饵等各种因子干扰,浮游植物是影响透明度的主要因子,因此,冬季更有可能通过透明度来估量水体浮游植物的现存量^[3],这在指导鱼类安全越冬中有一定的实践意义。

1989~1990年冬季在吉林地区的鲤鱼越冬池测得透明度数据38个,数值从18~150 cm,以之与相应的浮游植物生物量 x (mg/L)进行回归统计,结果如下:

$$y = 99.89 - 0.74x$$

$$n = 38 \quad r = -0.858$$

可见,透明度与浮游植物现存量显著负相关。根据此式按雷衍之(1983)^[8]推算出的在越冬池最适水深1.1~1.8 m时的最适浮游植物生物量50~25 mg/L,计算其最适透明度应为63~81 cm,这一数值和哈尔滨地区比,在相同生物量下的透明度要高一些(哈尔滨为47~66 cm)。这和两地区浮游植物的种类组成有关,哈尔滨地区越冬池的浮游植物中鞭毛藻类占75.34%^[3],而吉林地区不过58.08%,相差近1/3。鞭毛藻类有明显的趋光性,白昼多集中于水表层,直接影响水体的透明度,哈尔滨地区的鞭毛藻生物量比吉林地区的多,在相同生物量的条件下其透明度就小。

将所测的20个透明度数据与相应的浮游动物生物量 x (mg/L)进行回归统计,结果是:

$$y = 52.43 + 3.05x$$

$$n = 20 \quad r = -0.781$$

经查表检验表明,透明度与浮游动物现存量紧密正相关,按此方程计,即使 $x = 0$, y 值还>50。也就是说当水体透明度<50 cm时是不应当有浮游动物存在的。在实践中确有此趋势,一般只有在透明度相当高(>50 cm)的水体中才能找到较多的浮游动物。可见,从水体透明度的变化,可以大体了解浮游动物的多少,从而采取相应的管理措施。

总之,了解越冬池冰下浮游生物的种和量,及时有效地控制浮游动物,保障浮游植物光合增氧,一方面避免缺氧泛塘;另一方面减少因机械增氧(循环水)而带来的低温危害,这对于提高适低温能力差的南方杂交鲤的越冬成活率十分重要。

参 考 文 献

- 1 刘卓等.饵料浮游动物培养.北京:农业出版社,1990.14~15
- 2 冰下生物增氧课题协作组.鱼类越冬中生物增氧技术的研究.淡水渔业,1984(4):25~29
- 3 李永函等.越冬池冰下浮游生物的研究.水生生物学报,1985,9(2):117~128
- 4 李永函等.养鱼池轮虫休眠卵分布和萌发的研究.水生生物学报,1985,9(1):20~31
- 5 李永函等.池塘习见轮虫休眠卵的形态和鉴定.大连水产学院学报,1991,6(1):1~11
- 6 何志辉等.无锡河埭口高产鱼池水质的研究.Ⅱ 浮游生物.水产学报,1983,7(4):268
- 7 黄详飞.温度对孳花臂尾轮虫卵的发育、种群增长和生产量的影响.水生生物学报,1985,9(3):232~240
- 8 雷衍之等.越冬池冰下水体理化因子的研究.水生生物学报,1985,9(4):309~323
- 9 Herzig A. Comparative studies on the relationship between temperature and duration of embryonic development of rotifers. Hydrobiologia, 1983, 104(1): 237~246
- 10 Васильева Г.А., Г.Л. Окунева. Опыты по разведению коловратки *Brachionus rubens* Ehr. как корма для молоди рыб. Вопросы ихтиологии, 1961(4): 752~761

• 研究简报 •

饥饿不同时间德国镜鲤 (*Cyprinus carpio*) 血清、肝及肌组织生化成分的变化

邓会山 王吉桥 张喜昌

(养殖系)

摘 要 本文测定了饥饿不同时间与投喂的德国镜鲤 (*Cyprinus carpio*) 血清、肝及肌组织中生化成分的含量。1) 饥饿 15 至 120 d, 鱼血清蛋白含量由 $(28.6 \pm 0.9) \text{ g/L}$ 降至 $(18.0 \pm 1.0) \text{ g/L}$ 。肝糖元含量由 $(138.2 \pm 32.0) \text{ mg/g}$ 降至 $(27.7 \pm 15.9) \text{ mg/g}$, 而血糖和肌糖元含量无明显变化。2) 饥饿 60 至 120 d, 鱼血清甘油三酯和肌组织 RNA 含量分别由 $(1.20 \pm 0.18) \text{ g/L}$ 和 $(0.80 \pm 0.10) \mu\text{g/g}$ 减至 $(1.06 \pm 0.09) \text{ g/L}$ 和 $(0.61 \pm 0.06) \mu\text{g/g}$, 肝和肌组织中 DNA 含量均增加 1.5 倍以上。3) 投喂组鱼血清蛋白含量下降速度与饥饿组相似, 但肝糖元含量下降较饥饿组缓慢。

关键词 饥饿, 德国镜鲤, 生化成分

中图分类号 S912, S917.4

The Changes in Biochemical Constituents in Serum, Liver and Muscular Tissues of German Mirror Carp Under Different Periods of Starvation

Deng Huishan, Wang Jiqiao, Zhang Xichang

(Dept. of Aquaculture, Dalian Fisheries College, Dalian 116023)

Abstract This paper quantitates the principal constituents in serum, liver and muscles of starving and feeding mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). 1) The serum protein content declines from $28.6 \pm 0.9 \text{ mg/ml}$ to $18.0 \pm 1.0 \text{ mg/ml}$ and the liver glycogen from $138.2 \pm 32.0 \text{ mg/g}$ to $27.7 \pm 15.9 \text{ mg/g}$ in starvation for 15 and 120 days, but the levels of both serum sugar and muscular glycogen do not change evidently. 2) During starvation from 60

• 收稿日期: 1993-01-16

to 120 days, the contents of serum triglyceride and muscular RNA decrease from 1.20 ± 0.18 mg/ml and 0.80 ± 0.10 μ g/g to 1.06 ± 0.09 mg/ml and 0.61 ± 0.06 μ g/g respectively, while the DNA levels in liver and muscles in starvation of 120 days are 1.5 times or more than those in starvation of 60 days. 3) The serum protein decreases in the feeding animals in a similar speed as that in the starving fish. The liver glycogen content does not decrease as quickly in the feeding fish as the starving fish does.

Key words German mirror carp, Starvation, Biochemical constituent

近年来,关于鱼类在饥饿过程中各种组织生化成分变化的研究已有一些报道^[5,6]。在饥饿过程中,鱼体内代谢的变化与鱼的种类、组织、实验季节和温度等诸多因素有关^[7]。本文作者研究了德国镜鲤在冬季(11月中旬~4月中旬)饥饿不同时间、血清、肝和肌组织中多种生化成分的变化,为制定科学的饲养管理措施,提高鱼类越冬成活率提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

当年德国镜鲤(体长15.8~20.7 cm,体重68.57~103.48 g)来自大连市碧流河水库鱼种繁育场,驯养一周后分为两组——投喂组(作为对照组)和饥饿组。分别于饥饿15, 30, 45, 60, 75, 90和120 d取出进行解剖及生化指标的测定。投喂组与饥饿组饥饿前投喂的饲料相同,其粗蛋白、粗脂肪及可消化糖的含量为33.2%, 5.3%和48.8%。水温控制在 $(9 \pm 2)^\circ\text{C}$ 范围内。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理 取饥饿组和投喂组鱼各3~7尾,体长 (100 ± 20) cm,体重 (100 ± 30) g,尾动脉取血,室温放置半小时。凝血后,离心取上层血清备用。解剖鱼体,取肝胰脏及背部肌肉,用生理盐水洗去附着血液,滤纸吸干,置于 -20°C 冰箱保存备用。

1.2.2 血清葡萄糖(简称血糖)含量测定 采用邻甲苯胺法^[1]。

1.2.3 血清蛋白含量测定 按Lovary法^[8]进行。

1.2.4 血清甘油三酯含量测定 采用正庚烷—异丙醇混合液提取法^[2]。

1.2.5 肝糖元和肌糖元的含量测定 称取肝胰组织0.3 g,或肌肉0.8 g。剪碎,加入2 ml 5%三氯乙酸匀浆,过滤。于滤液中加入2.5倍体积95%乙醇,静置20 min后,离心 $3\,500\text{ r} \cdot \text{min}^{-1} \times 10\text{ min}$,沉淀溶于少量蒸馏水中,定容至100 ml。采用蒽酮试剂法^[3]测定糖元的含量。

1.2.6 肝和肌组织RNA和DNA含量测定 取0.1 g肝组织,或0.3 g肌肉,加蒸馏水6 ml,在冰水浴中匀浆。吸取2.8 ml匀浆液加入1.4 ml冷的 0.6 mol/L HClO_4 溶液,混匀。静置15 min后,离心 $6\,000\text{ r} \cdot \text{min}^{-1} \times 10\text{ min}$ 。用2.0 ml冷的 $0.2\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HClO}_4$ 溶液洗涤沉淀一次。将沉淀进行碱水解,并测定水解液 A_{260} 值,计算RNA含量^[9]。再将沉淀进行酸水解,测定酸水解液 A_{260} 值,计算DNA含量^[9]。