

艾里克湖水质生物学评价及鲢鳙鱼产力评估

张涛, 蔡林钢, 咸玉兰, 刘鸿, 张钰, 胡江伟, 牛建功*

(新疆维吾尔自治区水产科学研究所, 农业农村部西北地区渔业资源环境科学观测实验站, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要 2018年5、7和9月对艾里克湖水体理化性状、浮游生物量及湖区渔业发展开展调查, 评估鲢鳙鱼产力。结果表明, 艾里克湖总溶解固体(TDS)含量各月份均值超过1 g/L; 部分月份总氮(TN)浓度、总磷(TP)浓度及化学需氧量不符合地表水环境质量的Ⅲ类水标准。共监测到浮游植物6门109种, 平均密度和平均生物量分别为 $2\,578.59\times10^4$ ind./L和16.27 mg/L; 共采集到浮游动物4门39种, 平均密度和平均生物量分别为8.20 ind./L和0.33 mg/L。根据浮游植物水质评价标准, 艾里克湖为富营养类型。据浮游生物量估算, 2018年艾里克湖渔业生产潜力为824.9 t/a。

关键词 艾里克湖; 浮游生物; 鱼产力
中图分类号 S932.4 **文献标识码** A
文章编号 0517-6611(2020)23-0119-06
doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.23.029



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Biological Assessment of Water Quality and Production Estimation of *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis* in Alice Lake

ZHANG Tao, CAI Lin-gang, XIAN Yu-lan et al (Fishery Research Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Scientific Observing and Experimental Station of the Northwest Region, Urumqi, Xinjiang 830000)

Abstract In May, July and September of 2018, the physical and chemical properties of water body, plankton biomass and fishery development in Alice Lake were investigated. The productivity of *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis* was evaluated. Monthly average of TDS content in Alice Lake was more than 1 g/L. Total nitrogen, total phosphorus concentrations and chemical oxygen demand in a few of months were not in accordance with the Class III water standard of surface water environmental quality standard. 109 species of phytoplankton belonging to 6 phyla were detected. The average density and average biomass of phytoplankton were $2\,578.59\times10^4$ ind./L and 16.27 mg/L respectively. 39 species of zooplankton belonging to 4 phyla were collected, and the average density and average biomass were 8.20 ind./L and 0.33 mg/L respectively. According to the water quality evaluation standard of phytoplankton, Alice Lake is an eutrophic type. According to the estimation of plankton biomass, the fishery production potential of Alice Lake in 2018 was 824.9 t/a.

Key words Alice Lake; Plankton; Fish production

艾里克湖位于新疆克拉玛依市乌尔禾区东南部, 地理位置 $85^{\circ}45'\sim85^{\circ}52'E, 45^{\circ}51'\sim45^{\circ}59'N$, 属于温带大陆性荒漠气候, 年均降水量96.4 mm, 年均蒸发量3 016.4 mm。艾里克湖是克拉玛依市唯一的自然湖泊, 主要补给水源为白杨河。艾里克湖平均水深4.4 m, 湖区面积52.4 km², 长度12.4 km, 最大宽度4.2 km, 平均宽度为3.5 km。艾里克湖属于典型的干旱区湖泊, 蒸发量大, 随着社会发展, 加之湖区水量补给不足, 水体交换量小; 湖区芦苇腐质较多, 致使水环境有恶化趋势, 加速了湖区富营养化程度, 使湖区水产养殖发展受到限制。浮游生物是水生态系统重要的生物类群, 在水生态系统的物质循环和能量流动中发挥着重要作用^[1-4]。在渔业上, 它们是经济鱼类的天然食料, 具有重要的经济价值。这些天然饵料生物对鱼类的饵料系数在测算湖泊等天然养殖水体的鱼产力具有重要意义^[5-6]。为掌握艾里克湖饵料生物资源, 科学、合理利用湖区进行渔业发展, 笔者于2018年5—10月对艾里克湖水体理化性状、浮游生物量及湖区渔业发展等进行了实地调查, 并通过浮游生物量计算鲢鳙鱼产力, 以期对艾里克湖的渔业发展和水环境治理提供参考。

1 材料与方法

1.1 采样点设置及采样时间

根据艾里克湖的地理形态,

对监测站点进行调整。2018年5月21日、7月19日、9月27日分3次对艾里克湖进行采样调查, 每次设置采样点7处(图1): 固定采样点为入湖口、湖心、回水区; 流动采样点为北区、西区、南区、东区(每次采样在该区流动选择一个采样点)。

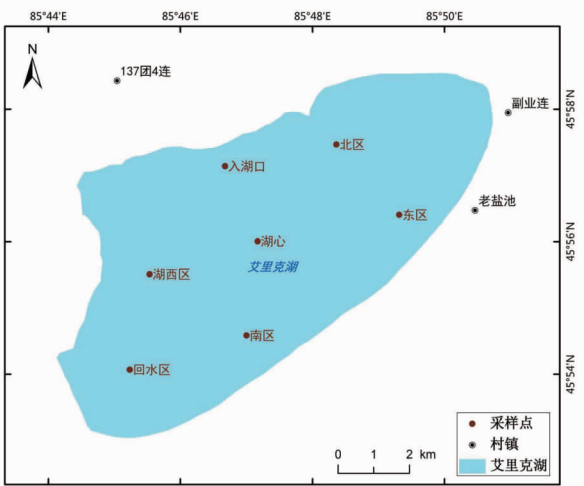


图1 艾里克湖采样点分布

Fig. 1 Distribution of the sampling sites in Alice Lake

1.2 样品采集及处理 采样点使用GPS定位, 用采水器采集对应点位的表层水样。现场利用便携式多功能水质分析仪(美国哈希 HQ30D)测定水温(T)、溶解氧(DO)含量和pH; SM-5 便携式测深仪测定各采样点水深; 其他水质指标

基金项目 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2019D01B44)。
作者简介 张涛(1992—), 男, 新疆伊犁人, 工程师, 硕士, 从事水产动物增养殖与水环境监测工作。* 通信作者, 高级工程师, 硕士, 从事渔业资源调查研究。
收稿日期 2020-03-27

带回实验室测定。浮游生物定性、定量标本按照淡水浮游生物研究方法^[7]中所描述的方法进行采集、计数和现存量的计算,浮游植物种类鉴定主要参照文献[8]。除按上述方法进行定量外,还结合该水体的特点,对绿裸藻和个体较大的硅藻等用低倍镜(10×20)数全片(0.1 mL)的办法计数,避免了视野计数带来的误差。

浮游动物定性标本用 25 号浮游生物网(孔径 64 μm)在上层水体呈“∞”字形捞取 3~5 min,将滤取样放入标本瓶,加波恩试剂固定。参照蒋燮治等^[9]、沈温芬等^[10]的方法,在 100~1 000 倍显微镜下定性鉴定。定量标本按照淡水浮游生物研究方法中所描述的方法进行采集、计数和密度、生物量的计算。

根据艾里克湖的水深情况,各采样点取水体上层(距水面 0.5 m)和下层(距湖底 0.5 m)混合水样。

1.3 浮游生物密度计算

1.3.1 浮游植物密度。根据下列公式^[11]计算浮游植物密度:

$$N=(G_s/F_s)\times F_n\times(V/U)\times P_n$$

(1)

式中, N 为 1 L 水中浮游植物的数量; G_s 为计数框面积(mm^2); F_s 为 1 个视野的面积(mm^2); F_n 为计数的视野数; V 为 1 L 水样沉淀后浓缩的体积(mL); U 为计数框容积,一般为 0.1 mL; P_n 为 1 个视野下所计浮游植物的个数。

1.3.2 浮游动物密度。参照以下方法计算浮游动物密度:

$$N=(V\times P)/(W\times C)$$

(2)

式中, V 为水样沉淀浓缩后的体积(mL); C 为计数框的容积(mL); W 为采水样体积(1 L); P 为镜视各类浮游动物个数(2 片平均数)。

1.4 多样性指数及均匀度指数计算 按照 Shannon-Wiener 公式^[12]计算多样性指数(H'):

$$H'=-\sum(n_i/N)\times\log_2(n_i/N)$$

(3)

按照以下公式计算均匀度指数(J)^[13]:

$$J=H'/\ln S$$

(4)

式(3)~(4)中, n_i 为 i 种的个体, N 为所有物种的总个体数, S 为物种数。

1.5 鱼产力估算 根据已获取的浮游生物数据对渔产潜力进行估算^[14],计算公式如下:

$$F=\frac{m\times(P/B)\times a}{k}$$

(5)

式中, F 为鱼生产潜力(kg/hm^2), P/B 为饵料生物周转率, m 为饵料生物生物量, a 为鱼类对饵料生物的利用率, k 为饵料系数。

2 结果与分析

2.1 水体理化指标 2018 年对艾里克湖进行 3 次水质采样,水质分析结果表明整个湖水处于弱碱性状态,表层溶氧量满足渔业用水标准;艾里克湖总溶解固体(TDS)含量各月份均值都超过 1 g/L,可认定艾里克湖已处于微咸水状态。以 GB 3838—2002 Ⅲ类水为标准,对总磷(TP)浓度、总氮(TN)浓度、氨氮(NH_4^+-N)浓度、化学需氧量(COD)这 4 项指标而言,2018 年艾里克湖 NH_4^+-N 为合格;2018 年 TP 浓度除 9 月份为Ⅳ类外,5 和 7 月均合格;TN 浓度 9 月合格,5、7 月为Ⅳ类;COD 5、7、9 月均为Ⅴ类(表 1)。艾里克湖水质污染问题应紧盯 COD、TP 和 TN,作为今后长期的治理关键。

表 1 艾里克湖水质参数月均值及水质类别评价

Table 1 Monthly mean value of water quality parameters and evaluation of water quality category in Alice Lake

月份 Month	平均水深 Average water depth/m	水温 Water temperature ℃	溶解氧含量 Dissolved oxygen content mg/L	pH	TP mg/L	TN mg/L	NH_4^+-N mg/L	COD mg/L	TDS mg/L	Chla μg/L
5	4.87±0.35	18.4±0.2	9.10±0.87	8.60±0.23	0.02±0.01(Ⅱ)	1.20±0.34(Ⅳ)	0.302±0.083(Ⅱ)	34.80±2.37(Ⅴ)	1 939.7±85.1	3.50±0.54
7	4.08±0.28	27.2±0.3	8.00±0.69	8.50±0.19	0.03±0.01(Ⅲ)	1.11±0.36(Ⅳ)	0.409±0.079(Ⅱ)	38.70±1.21(Ⅴ)	1 076.8±103.5	11.90±1.23
9	3.53±0.23	16.5±0.1	9.70±1.03	8.80±0.27	0.08±0.01(Ⅳ)	0.61±0.17(Ⅲ)	0.250±0.053(Ⅱ)	39.90±1.74(Ⅴ)	1 167.1±109.8	7.20±0.87

2.2 浮游植物

2.2.1 浮游植物种类组成。2018 年艾里克湖调查浮游植物种类组成及分布见表 2,共监测到 6 门 109 种藻类;其中,蓝藻门 31 种,占总藻类种数的 28.44%,优势种为小颤藻(*Oscillatoria tenuis*)、小形色球藻(*Chroococcus minor*)、小席藻(*Phormidium tenus*);绿藻门 53 种,占总藻类种数的 48.62%,优势种为四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda*)、绿球藻(*Chlorococcum* sp.);硅藻门 16 种,占总藻类种数的 14.68%,优势种为菱形藻(*Nitzschia* sp.);甲藻门 4 种,占比 3.67%;裸藻门 3 种,占比 2.75%;金藻门 2 种,占比 1.83%。绿藻门、蓝藻门及硅藻门为艾里克湖的优势种群,5、7、9 月藻类分别有 83、68、44 种。

2.2.2 浮游植物定量。从图 2 可以看出,2018 年艾里克湖浮

游植物平均密度和平均生物量分别为 2 578.59×10⁴ ind./L 和 16.27 mg/L。5 月平均密度和平均生物量分别为 1 880.31×10⁴ ind./L 和 14.63 mg/L;7 月平均密度和平均生物量分别为 4 952.95×10⁴ ind./L 和 23.75 mg/L;9 月平均密度和平均生物量分别为 902.50×10⁴ ind./L 和 10.44 mg/L。浮游植物现存量 7 月最高,5 月次之,9 月现存量最低。

2.2.3 多样性指数和均匀度指数。Shannon-Wiener 多样性指数和均匀度指数计算结果见表 3。由表 3 可知,5—9 月多样性指数(H')为 0.43~0.53,均匀度指数(J)为 0.16~0.24,均为 7 月出现最高值,9 月出现最低值。

2.3 浮游动物

2.3.1 浮游动物种类组成。浮游动物定性调查结果(表 4)显示,艾里克湖水域共有浮游动物 4 门 39 种,主要以轮虫为

主,其中轮虫(Rotifera)19种,占比79.2%,常见种为晶囊轮虫(*Asplanchna* sp.)、前节晶囊轮虫(*A. priodonta*)、臂尾轮虫(*Brachionus* sp.)、蒲达臂尾轮虫(*B. budapestiensis*)、针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*);原生动物(Cladocera)1种,占比4.2%,常见种为球形砂壳虫(*Diffugia globulosa*);枝角类(Cladocera)2种,占比8.3%,常见种为象鼻溞(*Bosmina* sp.);桡足类(Capepoda)2种,占比8.3%,常见种为桡足幼体(copepodid larva)。

表 2 艾里克湖浮游植物种类组成和分布
Table 2 Species composition and distribution of phytoplankton in Alice Lake

序号 No.	门名 Phylum name	种名 Species name	1	2	3
1	蓝藻门 Cyanophyta	小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>	+++	+++	+++
2		弯头尖头藻 <i>Raphidiopsis curvata</i>		++	
3		钝顶螺旋藻 <i>Spirulina platensis</i>		++	
4		多变鱼腥藻 <i>Anabaena variabilis</i>		++	
5		类颤藻鱼腥藻 <i>A. osicellariordes</i>		+	
6		两栖颤藻 <i>Oscillatoriaamphibian</i>		+	
7		银灰平列藻 <i>Merismipedia</i> sp.		+	
8		点形平列藻 <i>M. punctate</i>		+	
9		优美平列藻 <i>M. elegans</i>		+	
10		湖沼色球藻 <i>Chroococcus limneticus</i>		+	
11		巨颤藻 <i>Oscillatoria princeps</i>		+	
12		美丽颤藻 <i>O. formosa</i>	+		+
13		清净颤藻 <i>O. sancta</i>	+	+	+
14		灰绿隐杆藻 <i>Aphanothece pulchra</i>	+	+	
15		铜绿微囊藻 <i>Microcystis aeruginisa</i>	+	+	
16		强壮微囊藻 <i>M. robusta</i>	+	+	+
17		水华微囊藻 <i>M. flosaquae</i>	+		
18		具缘微囊藻 <i>M. marginata</i>	+		
19		小形色球藻 <i>Chroococcus minor</i>	++++	++++	++++
20		微小色球藻 <i>C. minutus</i>	+	+	+
21		水生集胞藻 <i>Synechocystis aquetilils</i>	+	+	
22		粘杆藻 <i>Gloeothece</i> sp.	+		+
23		棕黄粘杆藻 <i>G. fuscolutea</i>	+	+	
24		线形粘杆藻 <i>G. linearis</i>	+	+	+
25		小席藻 <i>Phorimidium tenus</i>	+++	++++	++++
26		窝形席藻 <i>P. foveolarum</i>	+	+	
27		聚球藻 <i>Synechococcus</i> sp.	+		+
28		水生集胞藻 <i>S. aquetilils</i>	+		
29		为首螺旋藻 <i>Spirulina princeps</i>	+		++
30		大螺旋藻 <i>S. major</i>	+		
31		湖泊鞘丝藻 <i>Lyngbya limnetica</i>	+		
32	绿藻门 Chlorophyta	四球藻 <i>Westella</i> sp.		+	
33		月形双形藻 <i>Eunotia lunaris</i>		+	
34		浮球藻 <i>Planktosphaeria gelatinosa</i>		+	
35		短棘盘星藻长角变种 <i>Pediastrum boryanum var. longicorne</i>	+		
36		整齐盘星藻 <i>P. integrum</i>	+		
37		双射盘星藻 <i>P. biradiatum</i>	+		
38		四角盘星藻 <i>P. tetras</i>	+		
39		短棘盘星藻 <i>P. boryanum</i>	+		
40		单生卵囊藻 <i>Oocystis solitaria</i>	++	+	+
41		湖生卵囊藻 <i>O. lacustis</i>	+		
42		小球藻 <i>Chlorella</i> sp.	++	+	+++
43		普通小球藻 <i>C. vulgaris</i>	+	+++	+
44		十字藻 <i>Crucigenia apiculata</i>	+		
45		四足十字藻 <i>C. tetrapedia</i>	+	+	+
46		双列栅藻 <i>Scenedesmus bijugatus</i>	+	+	
47		斜生栅藻 <i>S. obliquus</i>	+	+	+
48		四尾栅藻 <i>S. quadricauda</i>	+++	++++	++++
49		弯曲栅藻 <i>S. arcuatus</i>	+	+	
50		镰形纤维藻 <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	+	+	+
51		镰形纤维藻奇异变种 <i>A. falcatus var. mirabilis</i>	+	+	
52		狭形纤维藻 <i>A. angustus</i>	++	++	++
53		卷曲纤维藻 <i>Ankistrodesmus acicularis</i> (A. Br.) Korsch		+	
54		针形纤维藻 <i>A. acicularis</i>	+	+	

接下表

续表 2

序号 No.	门名 Phylum name	种名 Species name	1	2	3
55	硅藻门 Bacillariophyta	卵形胶囊藻 <i>Gloeocystis ampla</i>	+	+	
56		新月藻 <i>Closterium</i> sp.	+	+	+
57		小新月藻 <i>C. venus</i>	+	+	
58		弓形藻 <i>Schroederia</i> sp.	+		
59		拟菱形弓形藻 <i>S. nitzschioides</i>	+	++	+
60		硬弓形藻 <i>S. robusta</i>	+	+	+
61		粘四集藻 <i>Palmella miniata</i>	+	+	
62		绿球藻 <i>Chlorococcum</i> sp.	+++	++	++++
63		水溪绿球藻 <i>C. infusionum</i>	+	+	
64		具尾四角藻 <i>Tetraedron caudatum</i>	++	+	++
65		微小四角藻 <i>T. minimum</i>	+	+++	+
66		膨胀四角藻 <i>T. tumidulum</i>	++	+	++
67		四刺顶棘藻 <i>Chodatella quadriseta</i>	+		+
68		蹄形藻 <i>Kirchneriella lunaris</i>	+		
69		肥壮蹄形藻 <i>K. obesa</i>		+	
70		十字卡德藻 <i>Carteria crucifera</i>	+		
71		娇柔塔胞藻 <i>Pyramidomonas delicatula</i>	+		
72		湖生小椿藻 <i>Chaeacium limneticum</i>	+		+
73		纤细桑葚藻 <i>Pyrobotrys gracilis</i>	+		
74		鞘藻 <i>Oedogonium</i> sp.	+	+	
75		月牙藻 <i>Selenastrum</i> sp.	+	+	+
76		鼓藻 <i>Cosmarium</i> sp.	+	+++	+
77		粗肾形藻 <i>Nephrocytium obesum</i>	+	+	
78		颤丝藻 <i>Ulothrix oscillarina</i>	+		
79		尾丝藻 <i>Uronema confervicolum</i>			
80		转板藻 <i>Mougeotia</i> sp.	+		
81		池生微孢藻 <i>Microspora stagnorum</i>			
82		小双胞藻 <i>Geminella minor</i>			
83		双星藻 <i>Zygnema</i> sp.			
84		水绵 <i>Spirogyra</i> sp.			
85		针杆藻 <i>Synedra</i> sp.	+		+++
86		尺骨针杆藻 <i>S. ulna</i>		+	
87		尖针杆藻 <i>S. acus</i>	+	+	+
88		舟形藻 <i>Navicula</i> sp.	++	+	+
89		双球舟形藻 <i>N. amphibola</i>	+	+	
90		菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.	++++	++	++++
91		偏突杆藻小头变种 <i>Synedra vaucheriae</i>	+	+	
92		具星小环藻 <i>Cyclotella stelligera</i>	+		+
93		双眉藻 <i>Amphora</i> sp.	+		+
94		美丽星杆藻 <i>Asterionella firmosa</i>	+		
95		新月拟菱形藻 <i>Nitzschia closterium</i>	+	++	+
96		波纹藻 <i>Cymatopleura</i> sp.	+	+	
97		布纹藻 <i>Gyrosigma</i> sp.	+	+	
98		尖布纹藻 <i>G. acuminatum</i>	+		
99		细布纹藻 <i>G. kutzingii</i>	+		++
100		桥弯藻 <i>Gomphonema</i> sp.	+		+
101	金藻门 Chrysophyta	分歧锥囊藻 <i>Dinobryon divergens</i>	+++	+	+
102	甲藻门 Pyrrophyta	圆筒锥囊藻 <i>Dinobryon cylindricum</i>		+	
103		楯形多甲藻 <i>Peridinium umbonatum</i>		+	
104	裸藻门 Cryptophyta	埃尔多甲藻 <i>Perinidium elpatiewskyi</i> (Qstenf) Lemm		++	
105		微小多甲藻 <i>Peridinium pusillum</i>			++
106		多甲藻 <i>Peridinium</i> sp.	++	+	+
107		尖尾裸藻 <i>Euglena oxyuris</i>	+		+
108		鳞孔藻 <i>Lepocinclis</i> sp.	+		
109		圆形扁裸藻 <i>Bacillario phyta</i>			+
总计 Total			83	68	44

注:“++++”表示很多;“+++”表示多;“++”表示一般;“+”表示少
Note:“++++” indicated very abundant; “+++” indicated relatively abundant; “++” indicated commonly; “+” indicated a little

2.3.2 浮游动物定量。2018 年浮游动物平均密度为 8.20 ind./L,平均生物量为 0.33 mg/L。其中,5 月浮游动物平均密度为 9.52 ind./L,平均生物量为 0.73 mg/L;7 月平均密度为 8.39 ind./L,平均生物量为 0.26 mg/L;9 月浮游动物密度为 6.7 ind./L,平均生物量为 0.01 mg/L。数量上,以小型浮游动物原生动物和轮虫为主,大型浮游动物各次调查现

存量较低,多数站位在定量样品中未采集到大型浮游动物。艾里克湖浮游动物现存量 5 月最高,9 月最低(图 3)。

2.3.3 多样性指数和均匀度指数。艾里克湖浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数和均匀度指数计算结果见表 5。由表 5 可知,5—9 月多样性指数(H')为 0.31~0.46,均匀度指数(J)为 0.26~0.35。多样性指数(H')5 月最高,7 月次

之,9月最低。

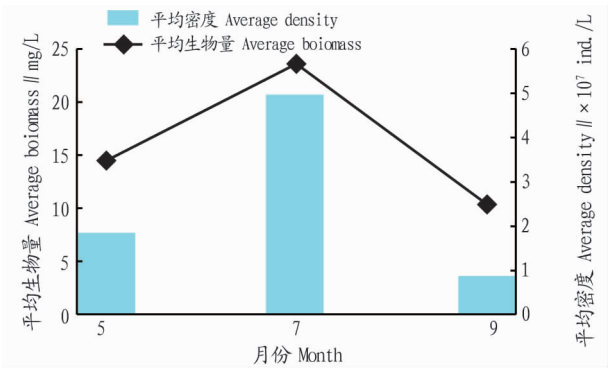


图 2 2018 年艾里克湖浮游植物平均密度和平均生物量
Fig. 2 The average density and average boiomass of phytoplankton in Alice Lake in 2018

表 3 2018 年艾里克湖浮游植物多样性指数和均匀度指数
Table 3 The diversity index and evenness index of phytoplankton in Alice Lake in 2018

月份 Month	H'	J
5	0.45	0.17
7	0.53	0.24
9	0.43	0.16

表 4 2018 年艾里克湖浮游动物种类组成
Table 4 The species composition of zooplankton in Alice Lake in 2018

种类 Species	5 月 May	7 月 July	9 月 September
原生动物 Protozoa	1	0	4
轮虫 Rotifera	19	15	10
枝角类 Cladocera	2	0	0
桡足类 Capepoda	2	3	3
合计 Total	24	18	17

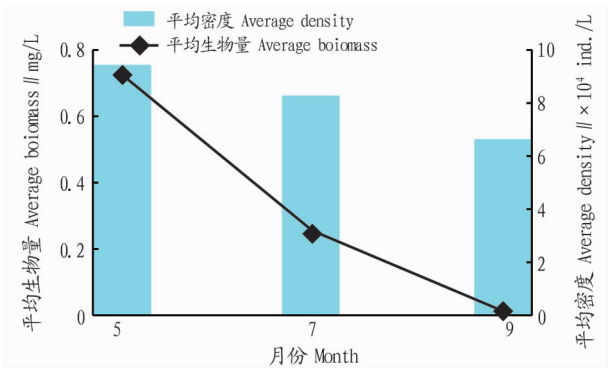


图 3 2018 年艾里克湖浮游动物平均密度和平均生物量
Fig. 3 The average density and average boiomass of zooplankton in Alice Lake in 2018

2.4 艾里克湖的鱼产力 2018 年艾里克湖浮游植物生物量为 16.27 mg/L, 平均水深为 4.4 m, 浮游植物产量为 715.9 kg/hm²;2018 年浮游动物生物量为 0.33 mg/L, 浮游动物产量为 14.5 kg/hm²。饵料生物生产量可按 P/B 系数即生产量/生物量比值,我国北方地区水体浮游植物的 P/B 系数可按 40 计算;浮游动物 P/B 系数按 30 计算。浮游植物和浮游动物的饵料利用率分别为 20%和 50%,饵料系数分别为 40

和 10。将以上参数代入公式计算,浮游植物渔产潜力估算结果为 143.18 kg/hm²,浮游动物渔产潜力估算结果为 21.8 kg/hm²。艾里克湖水域面积为 5 000 hm²,计算出 2018 年艾里克湖渔业生产潜力为 824.9 t/a。

表 5 2018 年艾里克湖浮游动物多样性指数和均匀度指数
Table 5 The diversity index and evenness index of zooplankton in Alice Lake in 2018

月份 Month	H'	J
5	0.46	0.35
7	0.36	0.28
9	0.31	0.26

3 讨论

3.1 浮游植物与水环境因子的关系 该试验结果表明,2018 年 TDS 含量均超过 1 g/L,判定艾里克湖属于微咸水湖泊。据研究,浮游植物种类组成和生物量变化的主要影响因素为水温、pH、氮、磷等^[15],特别是水温的变化是影响浮游植物密度和生物量等的重要理化因子,水温与藻类的生物量呈显著的相关关系^[16]。艾里克湖 7 月水温最高、9 月最低,7 月浮游植物密度和生物量 7 月最高、9 月最低,二者呈现正相关关系,说明水温越高,浮游植物密度和生物量越大。

在渔业生产中,控制适当的氮磷比才有助于有效利用水体生产力。一般适当的氮磷比是 5:1~12:1。5、7、9 月氮磷比分别为 60:1、37:1、7.6:1,说明 2018 年 5、7 月磷元素一直是艾里克湖渔业生产力的限制因子,氮元素在湖区逐渐累积,9 月艾里克湖的氮磷比为 7.6:1,较适宜。氮、磷元素能影响浮游植物的生长,氮磷比 16:1 为浮游植物对营养物质生理需求的最佳比例,若氮磷比低于或高于 16:1 则都会影响浮游植物组成及数量^[17]。艾里克湖 5、7 月氮磷比明显高于 16:1,而 9 月氮磷比低于 16:1,氮磷比例失调,从而导致艾里克湖各月浮游植物数量及组成发生显著变化。

3.2 浮游生物密度与艾里克湖营养类型的关系 基于现有浮游植物密度对水质的评价标准^[18],即水体中浮游植物密度小于 3×10⁵ ind./L,为贫营养;浮游植物密度为 3×10⁵~10×10⁵ ind./L,为中营养;浮游植物密度大于 10×10⁵ ind./L,为富营养。2018 年艾里克湖浮游植物平均密度为 257.86×10⁵ ind./L,对比上述标准可知艾里克湖水体应属于富营养类型。

3.3 艾里克湖渔业发展建议 通过 2018 年艾里克湖鱼类组成调查可知,湖区现有鱼类共有 9 种,隶属 3 目 3 科 9 属,由于湖区出现过干涸,艾里克湖已无土著鱼类分布。渔获物中的鲢、鳙鱼具有较大的种群优势,约占总捕捞量的 85%。对艾里克湖中的 183 尾鲢进行解剖,计算出肠长系数为 6.06,肠长较长;鲢的肠胃充塞度为 3~5 级。对艾里克湖中的 236 尾鳙进行解剖,计算出肠长系数为 5.44,肠长较长;鳙的肠胃充塞度基本为 2~5 级。这说明湖区饵料生物充足,浮游动植物较为丰富,能够满足鲢、鳙的摄食生长。同时,底栖生物极度匮乏,导致鲤、鲫等底栖鱼类的饵料食物严重不足,底栖鱼类生长速度受限,种群个体呈现小型化。

艾里克湖捕捞量根据鱼产力估算来初步确定,建议捕捞量为渔产潜力的 60%~80%。根据浮游生物量估算 2018 年艾里克湖鱼产力为 824.9 t/a,故艾里克湖建议捕捞量为 495~660 t/a,后续捕捞量应根据增殖放流活动、湖区水量和鱼类资源变动现状监测结果相应调整年捕捞量。

通过对艾里克湖水质、饵料生物及鱼类群落组成等分析,艾里克湖养殖鱼类应以滤食性鱼类鲢、鳙为主,草鱼为辅,控制水体富营养化发展及芦苇腐败带来的二次污染。鲤、鲫生长严重受限,不应作为湖区的增殖对象;大口鲶可在湖区自繁,无需人工增殖。鲢、鳙及草鱼建议投放大规模鱼苗为主,鲢、鳙投放个体 100 g 以上,其中鲢鱼年投放量 20 万尾/a,鳙鱼投放量为 15 万尾/a;草鱼投放个体在 200 g 以上,草鱼投放量为 2 万尾/a,草鱼投放量应按照水生植物丰度进行调整,当水生植物资源大幅度减少时,应降低草鱼投放量,加大草鱼捕捞量。

近年来,艾里克湖渔业产量主要受限于上游白杨河来水量。根据乌尔禾区农林水牧局提供湖区捕捞数据,从 2003 年起,艾里克湖年均鱼产量达 400 t;2018 年湖区渔业产量增至 630 t,符合建议捕捞量。这说明湖区现有渔业生产规模满足生态养殖密度。艾里克湖具有干旱区湖泊典型的脆弱性、敏感性等特征,具有破坏容易、恢复困难的特点。对于艾里克湖今后的渔业养殖生产活动,应严格按照地方性文件规定,合理、合法开展渔业养殖活动。不可进行投饵、施肥等渔业生产模式,确定艾里克湖大水面生态渔业的发展目标。依托查干湖旅游渔业模式、千岛湖渔业模式,积极探寻适应艾里克湖的渔业发展模式。

参考文献

- [1] 吕光俊,陈建,李代金. 东湖水库浮游生物研究[J]. 江西农业学报, 2007,19(7):81-83.

(上接第 118 页)

其风险提供有力保障。该研究利用液相芯片技术,建立了能特异性检测 BVDV、BPV、BTV、REOV、BPyV、RABV 6 种病原的液相芯片检测方法。该检测方法能够对目标基因进行快速检测,其检测灵敏度达 50 拷贝/反应,特异性好。

参考文献

- [1] HARASAWA R,TOMIYAMA T. Evidence of pestivirus RNA in human virus vaccines[J]. Journal of clinical microbiology, 1994,32(6):1604-1605.
- [2] BROWN F,CARTWRIGHT T,HORAU D F,et al. Animal sera, animal sera derivatives and substitutes used in the manufacture of pharmaceutical: viral safety and regulatory aspects[J]. Dev Biol Stand, 1999,99:45-47.
- [3] 马岩松. 新生牛血清病毒检测[D]. 长春:吉林农业大学,2011:3-4.

- [2] PRADHAN A,BHAUMIK P,DAS S,et al. Phytoplankton diversity as indicator of water quality for fish cultivation[J]. American journal of environmental sciences, 2008,4(4):406-411.
- [3] SIDIK M J,RASHED-UN-NABI M,HOQUE M A. Distribution of phytoplankton community in relation to environmental parameters in cage culture area of Sepang Bay, Sabah, Malaysia[J]. Estuarine, coastal and shelf science, 2008,80(2):251-260.
- [4] 徐先栋,王海华,盛银平,等. 太子河浮游植物初步调查及鲢、鳙鱼产力评估[J]. 水生态学杂志, 2012,33(4):84-89.
- [5] 张燕萍,陈文静,王海华,等. 太泊湖水水质生物学评价及鲢鳙鱼产力评估[J]. 水生态学杂志, 2015,36(1):94-100.
- [6] 胡莲,潘晓洁,邹曦,等. 三道河水库浮游植物群落结构特征及其渔产潜力分析[J]. 水生态学杂志, 2012,33(4):90-95.
- [7] 章宗涉,黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京:科学出版社,1991:12-122.
- [8] 胡鸿钧,魏印心. 中国淡水藻类:系统、分类及生态[M]. 北京:科学出版社, 2006:23-915.
- [9] 蒋斐治,堵南山. 中国动物志:节肢动物门 甲壳纲 淡水枝角类[M]. 北京:科学出版社, 1979.
- [10] 沈温芬,顾曼如,龚循矩,等. 微型生物监测新技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1990.
- [11] 姜雪芹,禹娜,毛开云,等. 冬季上海市城区河道中浮游植物群落结构及水质的生物评价[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2009(2):78-87.
- [12] 张才学,周凯,孙省利,等. 深圳湾浮游植物的季节变化[J]. 生态环境学报, 2010,19(10):2445-2451.
- [13] 全国海洋标准化技术委员会. 海洋监测规范:第 7 部分:近海污染生态调查和生物监测:GB 17378. 7—2007[S]. 北京:中国标准出版社, 2007.
- [14] 陈金桂. 内陆水域鱼类增殖学[M]. 北京:中国农业出版社, 1994.
- [15] MOSISCH T D,BUNN S E,DAVIES P M,et al. Effects of shade and nutrient manipulation on periphyton growth in a subtropical stream[J]. Aquatic botany, 1999,64(2):167-177.
- [16] TEMPONERAS M,KRISTIANSEN J,MOUSTAKA-GOUNI M. Seasonal variation in phytoplankton composition and physico-chemical features of the shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece[J]. Hydrobiologia, 2000,424(1/2/3):109-122.
- [17] 李夜光,李中奎,耿亚红,等. 富营养化水体中 N、P 浓度对浮游植物生长繁殖速率和生物量的影响[J]. 生态学报, 2006,26(2):317-325.
- [18] 沈治蕊,卞小红,赵燕,等. 南京煦园太平湖富营养化及其防治[J]. 湖泊科学, 1997,9(4):377-380.

- [4] 陈波,徐程林,董小曼,等. 牛血清中牛腹泻病毒牛肾细胞直接病变检测方法的建立[J]. 中国生物制品学杂志, 2009,22(8):819-822.
- [5] 刘文静. 保证牛血清质量促进生物制品品质的提高[J]. 科技情报开发与经济, 2011,11(5):58-59.
- [6] 宋立荣,李思经. 谈新生牛血清的质量控制[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2008(10):92-94.
- [7] 金亦宏,马欣,周莉薇. 国产牛血清的现状[J]. 中国生物制品学杂志, 2004,17(4):254-256.
- [8] 张强,李树清,李健,等. 进口胎牛血清中牛病毒性腹泻病毒污染的检测[J]. 中国动物检疫, 2013,30(2):55-57.
- [9] 王艳,沈家红,蒋蔚,等. 6 种人兽共患病病原核酸液相芯片检测体系的建立[J]. 中国动物检疫, 2018,35(12):80-84.
- [10] 王政,蒋静,张磊萍,等. 虹彩拉病毒、黄头病毒和白斑病毒液相芯片快速检测方法的建立[J]. 中国动物传染病学报, 2017,25(2):77-81.