

西泉眼水库夏季浮游植物群落结构及水质评价

董文涛^{1*}, 柴一涵^{1*}, 柴方营^{2#}, 于洪贤^{1#}, 王云瑞¹, 徐甜甜¹, 柴青宇¹, 宋帅达³, 鞠永富⁴,
王洪成², 王彤²

¹东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江科技大学, 黑龙江 哈尔滨

³北京体育大学, 北京

⁴哈尔滨学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2021年10月13日; 录用日期: 2021年11月15日; 发布日期: 2021年11月22日

摘要

2021年夏季(7月份), 对西泉眼水库浮游植物进行调查研究, 共鉴定出浮游植物7门112种, 种类由多到少前三位分别为绿藻(51.46%)、硅藻(21.26%)、蓝藻(10.9%), 优势种10种。浮游植物丰度为 $63.3\sim 289.6 \times 10^4$ ind./L; 生物量为1.2~4.14 mg/L; Shannon-Wiener指数为2.452~3.585; Pielou均匀度指数为0.317~0.867; 水质评价的污染情况为轻 - 中度污染。

关键词

西泉眼水库, 浮游植物, 群落结构, 多样性, 水质评价

Phytoplankton Community Structure and Water Quality Evaluation in Xiquanyan Reservoir in Summer

Wentao Dong^{1*}, Yihan Chai^{1*}, Fangying Chai^{2#}, Hongxian Yu^{1#}, Yunrui Wang¹,
Tiantian Xu¹, Qingyu Chai¹, Shuaida Song³, Yongfu Ju⁴, Hongcheng Wang², Tong Wang²

¹Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

²Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin Heilongjiang

³Beijing Sport University, Beijing

⁴Harbin University, Harbin Heilongjiang

Received: Oct. 13th, 2021; accepted: Nov. 15th, 2021; published: Nov. 22nd, 2021

*共一作者。

#通讯作者。

文章引用: 董文涛, 柴一涵, 柴方营, 于洪贤, 王云瑞, 徐甜甜, 柴青宇, 宋帅达, 鞠永富, 王洪成, 王彤. 西泉眼水库夏季浮游植物群落结构及水质评价[J]. 世界生态学, 2021, 10(4): 581-586. DOI: 10.12677/ije.2021.104066

Abstract

In the summer of 2021 (July), the phytoplankton in Xiquanyan Reservoir was investigated and studied. A total of 112 species of phytoplankton belonging to 7 phyla were identified. The top three species were green algae (51.46%), diatom (21.26%), cyanobacteria (10.9%) and 10 dominant species. The abundance of phytoplankton is $63.3\sim 289.6 \times 10^4$ ind./L; the biomass was 1.2~4.14 mg/L; Shannon-Wiener index is 2.452~3.585; Pielou evenness index is 0.317~0.867; the pollution of water quality assessment is light to medium pollution.

Keywords

Xiquanyan Reservoir, Phytoplankton, Community Structure, Diversity, Water Quality Evaluation

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究地概况

西泉眼水库位处黑龙江省哈尔滨市阿城区平山镇内($45^{\circ}12'\sim 45^{\circ}20'N$, $127^{\circ}17'\sim 127^{\circ}25'E$), 距市区 100 多公里。水库是由松花江一级干流的阿什河拦截河道所形成, 距建成至今已有 25 年时间, 有防洪治涝的定位, 还兼顾发电、渔业、灌溉、旅游、城市供水等多种功能。

水库年平均气温 $3.4^{\circ}C$, 年平均降雨量 565 mm。夏季降雨量较丰富, 6~9 月份降水占全年降水量的 70%, 水库水位主要受该区域及上游区域降雨量的影响; 冬季水位低, 11 月初水面开始结冰, 厚度 0.7~1 m, 4 月上旬解冻[1]。

2. 材料及方法

2.1. 采样时间及采样点

本次调查时间为 2021 年夏季(7 月), 依据《内陆水域渔业自然资源调查手册》[2]的要求, 并根据水库地理形态特征及浮游植物分布特点共设置 18 个采样点(1#~18#) (图 1)。其中有入水口附近(1#~4#), 大坝下出水口(18#), 剩下的 5#~17#均匀分布在库区所在范围。

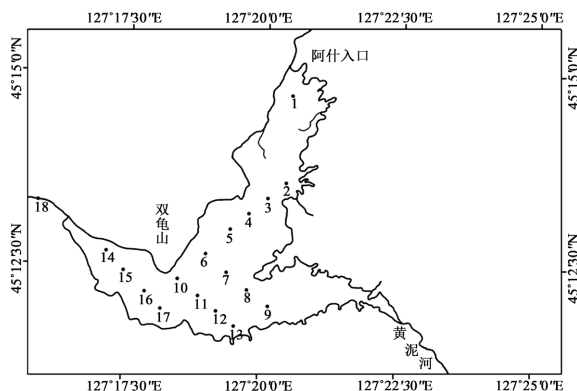


Figure 1. Distribution of sample points in Xiquanyan Reservoir
图 1. 西泉眼水库样点分布

2.2. 浮游植物采集与鉴定

浮游植物的采集依据《淡水浮游生物研究方法》[3]的要求进行, 物种鉴定根据《中国淡水藻类系统、分类及生态》[4]和《淡水微型生物图谱》[5]要求进行。

2.3. 数据处理

选择 Shannon-Wiener 多样性指数(H') [6]、Pielou 均匀度指数(J') [7]和物种优势度指数(y) [8], 分析浮游植物群落结构多样性, 并进行水质评价, 评价标准为 Shannon-Wiener 多样性指数在 $0 \leq H' < 1$ 为重污、 $1 \leq H' < 3$ 为中污、 $H' \geq 3$ 为轻污; Pielou 均匀度指数在 $0 \leq J' < 0.3$ 为重污、 $0.3 \leq J' < 0.5$ 为中污、 $J' \geq 0.5$ 为轻污; 当优势度指数 $y > 0.02$ 时, 即为优势种[9]。

3. 结果与分析

3.1. 水环境理化指标

采样点总平均深度为 14.256 m, 其中深度最小处出现在入水口(1#)处, 为 4.2 m, 其次是出水口(18#)的 5.4 m, 其余点位分布在主要库区, 它们的平均深度为 15.4 m; 采样当时水温在 18.71℃~26.93℃之间, 温度最低处为 18#样点, 因其为水库下层水, 温度明显低于其它样点; PH 区间为 8.04~9.8, 呈弱碱性; 数据平均值及标准偏差详见表 1。表 2 为所有水质数据, 根据皮尔逊相关性分析得出水深与水温、PH 呈显著正相关, 相关性分别为 0.722 及 0.617, 含氧量(DO)与水温呈显著正相关, 相关性为 0.649。

Table 1. Mean value and standard deviation of water quality physical and chemical data

表 1. 水质理化数据均值及标准偏差

	平均值	标准偏差
水深	14.256	4.8498
水温	24.7789	2.08328
PH	9.1583	0.50933
CL ⁻	10.1972	0.95767
COD mg/l	22.6194	3.35632
TP mg/l	0.1600	0.03464
TNmg/l	1.5806	0.22887
DO	5.2644	0.52877

Table 2. Water quality data of Xiquanyan Reservoir

表 2. 西泉眼水库水质数据

采样点	水深	水温	PH	CL ⁻	COD mg/l	TP mg/l	TNmg/l	DO
1#	4.2	24.96	8.04	9.93	22.34	0.17	1.99	5.59
2#	6.3	22.32	8.68	9.37	19.88	0.18	1.4	5.26
3#	8.6	23.42	8.33	11.47	26.01	0.16	1.48	5.64
4#	10.5	22.33	8.47	11.91	19.06	0.18	1.46	4.8
5#	16.6	26.13	9.63	9.72	21.68	0.2	1.23	5.75

Continued

6#	18	26.42	9.32	10.67	20.03	0.13	1.81	5.33
7#	16	25.15	9.32	10.07	28.97	0.11	1.44	5.36
8#	18.6	24.58	9.01	9.23	27.81	0.11	1.28	5.15
9#	16.8	25.45	9.05	10.47	25.53	0.13	1.38	5.89
10#	16.3	26.81	9.8	9.65	26.78	0.16	1.85	4.75
11#	16.6	26.56	9.2	8.04	23.27	0.18	1.45	5.27
12#	16.3	24.72	9.73	10.16	23.12	0.2	1.53	5.86
13#	15.7	24.13	9.62	10.97	19.24	0.11	1.42	5.03
14#	17.9	26.2	9.15	10.21	19.5	0.13	1.65	5.46
15#	17.8	26.93	9.03	10.18	25.13	0.2	1.71	5.64
16#	17.8	24.56	9.24	10.52	20.25	0.17	1.78	5.16
17#	17.2	26.64	9.8	9.27	20.5	0.14	1.61	5.22
18#	5.4	18.71	9.43	11.71	18.05	0.22	1.98	3.6

3.2. 浮游植物种类组成

西泉眼水库夏季共鉴定出浮游植物 7 门 112 种。绿藻门最多，有 51 种，占总数的 51.46%；其次为硅藻门 29 种，占 29.26%；蓝藻门 10 种，占 10.9%；裸藻门 8 种(8.7%)；金藻门 6 种(6.5%)；甲藻门 6 种(6.5%)；隐藻门最少 2 种，只占 2.2% (图 2)。绿藻和硅藻为西泉眼水库的主要的藻类类型。

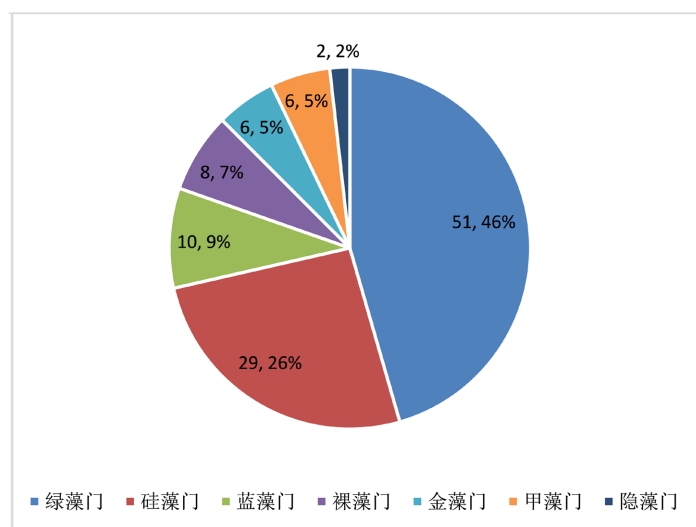


Figure 2. The proportion of phytoplankton in Xiquanyan Reservoir
图 2. 西泉眼水库浮游植物占比

3.3. 浮游植物丰度及生物量

西泉眼水库夏季各采样点(图 3)，浮游植物丰度在 63.3×10^4 ind./L~ 289.6×10^4 ind./L 之间，平均为 204.4×10^4 ind./L。最高值出现在 6# 采样点，次高值出现在 10# 采样点，为 288.2×10^4 ind./L；最低值出

现在 18# 采样点。生物量在 1.2~4.14 mg/L 之间，平均为 2.89 mg/L。最高值出现在 14# 采样点，次高值出现在 6# 采样点，为 4.04 mg/L；最低值出现在 18# 采样点。

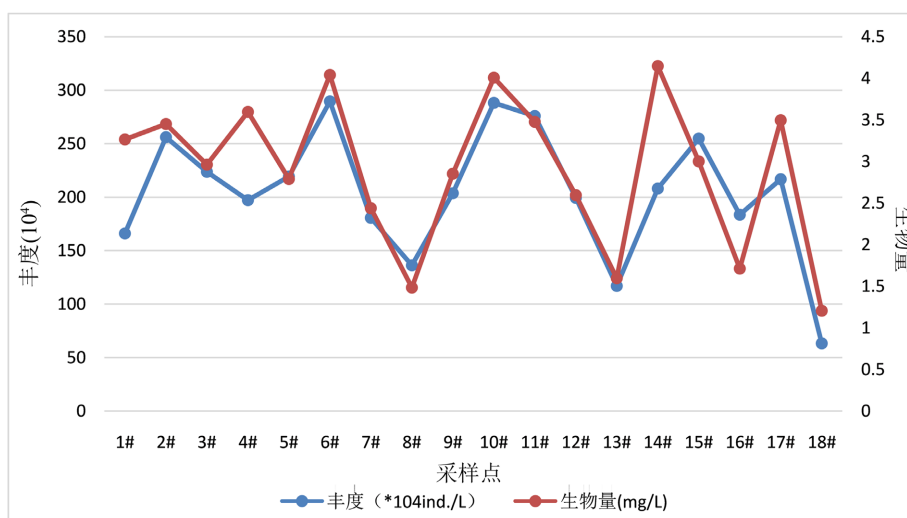


Figure 3. Phytoplankton abundance in Xiquanyan Reservoir in summer
图 3. 西泉眼水库夏季浮游植物丰度

3.4. 浮游植物优势种

主要优势种见表 3，计算各种藻类优势度得出优势种共 5 门 10 种，以硅藻、蓝藻、隐藻为主。

Table 3. The dominant species of phytoplankton in Xiquanyan Reservoir in summer
表 3. 西泉眼水库夏季浮游植物优势种

梅尼小环藻	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
钝脆杆藻	<i>Fragilaria capucina</i>
肘状针杆藻	<i>Synedra ulna</i>
尖针杆藻	<i>Sy. acus</i>
二形栅藻	<i>Sc. dimorphus</i>
阿氏席藻	<i>Phormidium allorgei</i>
固氮鱼腥藻	<i>An. azotica</i>
卵形隐藻	<i>Cryptomonas ovata</i>
啮蚀隐藻	<i>Cr. erosa</i>
棕鞭藻	<i>Ochromonas sp.</i>

3.5. 多样性与水质评价

西泉眼水库夏季浮游植物多样性调查结果见图 4。所有采样点 Shannon-Wiener 指数在 2.452~3.585 之间，平均值为 3.162，根据评价标准[10]，Shannon-Wiener 指数在大于 1 小于 3 为中污染水体，3 以上为轻污染水体，西泉眼水库夏季水体属于轻 - 中污染水体。Pielou 均匀度指数在 0.317~0.867 之间，平均为 0.708，最低和最高值分别出现在 18# 和 15# 样点。

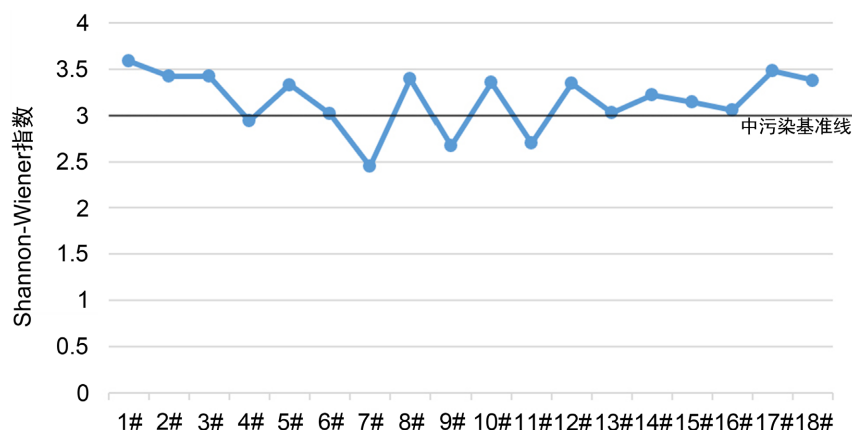


Figure 4. Results of summer phytoplankton diversity survey in Xiquanyan Reservoir
图 4. 西泉眼水库夏季浮游植物多样性调查结果

4. 结果与讨论

本次调查西泉眼水库夏季共鉴定出浮游植物 7 门 112 种，主要种类为绿藻、硅藻、蓝藻，这与王建国等[11]的调查结果基本相同。浮游植物在空间上的水平分布呈现出一定的特点，即 1# 采样点靠近阿什河入口附近，受入库河流影响，浮游植物丰度及生物量明显少于主要库区所在的样点；2#~17# 采样点的浮游植物丰度及生物量较高，硅藻、蓝藻、绿藻分布均较多；18# 采样点为由大坝流出的水库下层水，水温较低，受光照较少，浮游植物丰度及生物量较少，主要分布藻类为硅藻。经分析西泉眼夏季水质为低 - 中度污染，库区污染相较于入库河流与出库河流来说更重一些。

基金项目

中央支持地方高校发展高水平人才项目《冷水鱼资源产业化可持续利用集成技术创新》，项目编号 2020GSP14；黑龙江省经济社会发展重点研究课题《实施农业强省战略中黑龙江冷水鱼产业发展对策研究》，课题编号 20309；黑龙江省鲟鲤鱼资源保护与可持续利用技术研究(HLJSCXH2019003)。

参考文献

- [1] 孙辉, 夏玉国, 李勇, 谭龙, 李玉平, 孙兵, 郭子强. 西泉眼水库渔业调查报告[J]. 黑龙江水产, 2019(4): 26-30+33.
- [2] 张觉民, 何志辉. 内陆水域渔业自然资源调查手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1991.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 周凤霞, 陈剑虹. 淡水微型生物图谱[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [6] Shannon, E. and Wiener, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, London.
- [7] Pielou, C. (1969) An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley Interscience, New York.
- [8] Lampitt, R.S., Wishner, K.F., Turley, C.M., et al. (1993) Marine Snow Studies in the Northeast Atlantic Ocean: Distribution, Composition and Role as a Food Source for Migrating Plankton. *Marine Biology*, **116**, 689-702. <https://doi.org/10.1007/BF00355486>
- [9] 柴方营, 赵予熙. 西泉眼水库渔业修复水生态系统研究[J]. 黑龙江水产, 2019(5): 24-30.
- [10] 沈韞芬, 章宗涉, 龚循矩, 等. 微生物监测新技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.
- [11] 王建国, 于洪贤, 马成学, 姚允龙, 汪义杰, 马金龙, 唐红亮, 刘壮添, 李丽. 哈尔滨西泉眼水库夏季浮游植物群落结构动态特征[J]. 湖泊科学, 2015, 27(4): 667-678.