

南昌青山湖浮游植物种群特征分析

夏润林 杨竹青 王自蕊 何细玲 隗黎丽*

(江西农业大学 动物科学技术学院 江西 南昌 330045)

摘要:2010年10月至2011年6月对南昌青山湖浮游植物进行调查。调查期间共鉴定出浮游植物110种及变种,隶属于8门61属,其中绿藻门种类最多,有20属39种,占全部种类的35.5%;其次为蓝藻门和硅藻门,分别为12属25种(22.73%)和10属20种(18.18%)。浮游植物种类的季节变化比较明显,种类以夏季最多(82种),其次为秋季(42种),冬季最少(29种)。春季的优势种群为绿藻门的栅藻等;夏季(6月份)的优势种群有绿藻门的栅藻和蓝藻门的平列藻属;秋季(10月份)的优势种群主要为蓝藻门的平列藻属;冬季(12月份和1月份)的优势种群主要为绿藻门的盘星藻属。浮游植物细胞年平均丰度为2.41万个/L,10月份的密度最高,达到了5.81万个/L,1月份的数量最少,仅为0.58万个/L。

关键词:青山湖;浮游植物;种群特征

中图分类号:Q948.8 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)05-1023-07

A Study on the Community Structure of Phytoplankton in Qingshan Lake, Nanchang

XIA Run-lin, YANG Zhu-qing, WANG Zi-rui, HE Xi-lin, WEI Li-li*

(College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Phytoplankton community structure of Qingshan Lake in Nanchang was investigated from October 2010 to April 2011. The results showed that 8 classes including 110 species have been identified in Qingshan Lake, Nanchang. Among them, Chlorophyceae, 39 species, predominated in species, accounting for 35.5% of the total phytoplankton species, Cyanophyta, 25 species, is taken in the second place with a ratio of 18.18%, then, Bacillariophyta, 20 species, accounting for 22.73% of the total phytoplankton species. The abundance of species changed significantly in different seasons. Chlorophyta abundance predominated in spring, summer and winter, however, Cyanophyta abundance kept higher during autumn. Moreover, there were significant differences in phytoplankton density in four different seasons. The abundance of phytoplankton in Qingshan Lake ranged from 0.58×10^5 to 4.33×10^5 cells/L, the maximum and minimum abundances of phytoplankton were found in autumn (on June 1st) and in winter (on January 18th), respectively, and the average density of phytoplankton was 2.41×10^5 cells/L.

Key words: Qingshan Lake; phytoplankton; community structure

青山湖位于南昌市区东北面,水域面积316 hm²,平均水深为1.9 m左右,是南昌最大的内湖,由于城市排污和调蓄的作用,水质富营养化严重,为保护湖区生态环境^[1] 2001年10月,南昌市委、市政府

收稿日期:2011-07-06 修回日期:2011-09-02

基金项目:江西省教育厅科技计划项目(GJJ11087)、江西省科技厅项目(20111BBF60021)和江西农业大学博士科研启动基金(2677)

作者简介:夏润林(1989—)男,硕士生,主要从事水生生物学研究;*通讯作者:隗黎丽 E-mail: hbliliwei@163.com。

开始大力整治青山湖。

浮游植物是湖泊重要的生物群落,其种群结构特征经常作为评价水域营养水平、污染状况、资源现状、生产潜力等的指标和标准。作为初级生产者,浮游植物的群落结构直接影响着水生态系统的结构和功能,并能对水体营养状态的变化迅速做出响应^[2],其群落结构的时空变化特征与环境因子关系密切,生态系统中环境因子的改变直接影响着浮游植物的群落结构^[3]。由于浮游植物的群落结构与其生活水域的水质状况密切相关,在不同营养状态的水体中,分布着不同群落结构的浮游植物^[4],因此,利用浮游植物来评价和监测水质的研究也逐步展开^[5-7]。本文在2010年至2011年对南昌青山湖的浮游植物进行了定性和定量分析,探讨了南昌青山湖浮游植物的群落结构特征及其生态意义,旨在了解青山湖水体浮游植物的种类、组成及其季节变化的特点和规律,为青山湖富营养化评价与治理、水域环境保护以及资源合理开发利用提供生物学依据和基础数据。

1 实验材料与方法

1.1 采样地点和时间

调查时间为2010年10月7日,2010年12月19日,2011年1月18日,2011年4月23日,2011年6月1日。全湖设置6个采样点,各采样点位置如图1所示。I为相思林公园边,II为居民生活区旁,III为燕鸣岛公园边,IV为小岛边,V为赣江进水口处,VI为拦坝处,如图1所示。每次采样时采样点的位置没有变化。

1.2 定性样品的采集与鉴定

采样前,先对水体的水温、pH值以及透明度进行测定。定性样品用25号浮游生物网在水面至0.5m的水层中反复做“∞”形捞取;网口与水面垂直,网口上端不露出水面。将所采集的样品加15%鲁哥氏液现场固定,之后带回实验室加φ=4%的甲醛固定。每瓶样品贴上标签,标明采样地点和日期。浮游植物定性标本一般鉴定到种,至少到属^[8-9]。

1.3 定量样品的采集与计算

定量样品用1000 mL有机玻璃采水器在水深0.5 m处采集水样1000 mL,现场加入15 mL鲁哥氏液并摇匀,带回实验室静置沉淀24 h后浓缩并定容至30 mL供镜检。浮游植物的计数用0.1 mL浮游植物计数框在10×40倍光学显微镜下进行。计数时充分摇匀浓缩液,然后立即取0.1 mL样品放入计数框中,观察100个视野(对量小而个体大的种类在10×10倍镜下全片计数)。每个样品计数2片,取其平均值作为最终结果(若2片计数结果相差15%以上,则进行第3片计数,取其中个数相近的2片的平均值)。最后换算成每升水样中藻类的细胞数,即为细胞数量(cells/L)。浮游植物数量计算公式参考赵文^[9]。

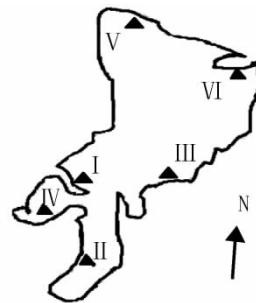


图1 南昌青山湖浮游植物采样站位
Fig.1 Sampling stations in Qingshan Lake, Nanchang

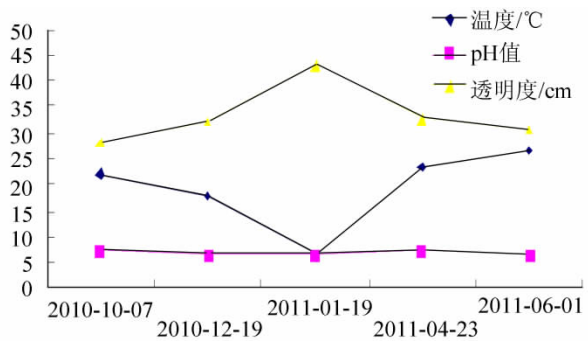


图2 青山湖水体温度、酸碱度及透明度季节变化
Fig.2 Variation of temperature, pH and clarity in Qingshan Lake at different seasons

2 结果与讨论

2.1 青山湖水水质分析

从图2可看出,青山湖水体的水温变化较大,在冬季(1月份)有一个比较明显的低温点,温度仅为5℃,夏季(6月份)温度为26℃。青山湖水体的pH平均值为6.22~7.45,透明度平均值在28~

43 cm 在 10 月份透明度最低, 为 28 cm, 而在 1 月份透明度最高达到了 43 cm。根据水体透明度的变化来看, 青山湖水质总体是比较好的。

2.2 浮游植物的群落结构与组成

通过鉴定, 共发现浮游植物 61 属 110 种及变种, 隶属于 8 个门, 其中最多的为绿藻门, 有 20 属 39 种, 占全部种类 35.45%; 其次为蓝藻门, 有 12 属 25 种, 占全部种类的 22.73%; 硅藻门有 10 属 20 种, 占 18.18%; 黄藻门 5 属 9 种; 金藻门 3 属 4 种; 隐藻门 4 属 5 种; 裸藻门 4 属 4 种; 甲藻门 3 属 4 种。具体见表 1。

表 1 青山湖浮游植物种类组成

Tab.1 Species composition of phytoplankton in Qingshan Lake

门、属、种名		Oct	Dec	Jan	Apr	Jun
蓝藻门	色球藻属					
	1. 小形色球藻 <i>Ch. minor</i>	+	-	-	-	+
	2. 湖沼色球藻 <i>Ch. limneticus</i>	-	-	-	-	+
蓝纤维藻属	3. 束缚色球藻 <i>Ch. tenax</i>	+	+	-	+	+
	4. 针状蓝纤维藻 <i>D. acicularis</i>	-	-	-	-	+
	5. 针晶蓝纤维藻 <i>D. raphidioides</i>	-	-	-	-	+
	6. 优美平列藻 <i>M. elegans</i>	+	+	-	-	+
	7. 细小平列藻 <i>M. minima</i>	+	+	+	-	+
平列藻属	8. 微小平列藻 <i>M. tenuissima</i>	+	-	-	+	+
	9. 旋折平列藻 <i>M. convoluta</i>	+	-	-	-	+
	10. 银灰平列藻 <i>M. glauca</i>	-	+	-	+	+
	11. 点形平列藻 <i>M. punctata</i>	+	+	+	+	-
微囊藻属	12. 水华微囊藻 <i>M. flos-aquae</i>	-	-	-	+	-
	13. 铜绿微囊藻 <i>M. aeruginosa</i>	-	-	-	+	-
	14. 具缘微囊藻 <i>M. marginata</i>	-	-	-	+	-
隐球藻属	15. 隐球藻 <i>Aphanocapsa</i>	+	-	-	-	-
	16. 大螺旋藻 <i>S. major</i>	+	+	+	-	-
螺旋藻属	17. 极大螺旋藻 <i>S. maxima</i>	+	+	+	+	-
	18. 方胞螺旋藻 <i>S. jenneri</i>	+	+	-	-	+
	19. 为首螺旋藻 <i>S. princeps</i>	+	-	-	-	-
席藻属	20. 小席藻 <i>P. tenue</i>	+	-	-	+	+
拟鱼腥藻属	21. 拟鱼腥藻 <i>Anabaenopsis</i>	-	-	-	-	+
鱼腥藻属	22. 卷曲鱼腥藻 <i>A. circinalis</i>	-	+	+	-	+
尖头藻属	23. 尖头藻 <i>Raphidiopsis</i>	+	+	-	-	+
束丝藻属	24. 水华束丝藻 <i>A. flos-aquae</i>	-	-	-	-	+
鞘丝藻属	25. 鞘丝藻 <i>Lymbya</i>	-	+	-	-	+
	26. 尖针杆藻 <i>S. acus</i>	+	+	+	+	+
针杆藻属	27. 肘状针杆藻 <i>S. ulna</i>	+	-	-	-	-
	28. 双头针杆藻 <i>S. amphicephala</i>	+	+	-	-	-
舟形藻属	29. 扁圆舟形藻 <i>N. placentula</i>	+	+	-	-	-
	30. 绿舟形藻 <i>N. viridula</i>	+	-	-	-	+
	31. 膜状舟形藻 <i>N. membranacea</i>	-	-	-	-	+
硅藻门	桥弯藻属					
	32. 肿胀桥弯藻 <i>C. tumida</i>	+	-	+	-	-
	33. 新月形桥弯藻 <i>C. cymbiformis</i>	+	-	-	-	-

续表1 青山湖浮游植物种类组成
Tab.1 Species composition of phytoplankton in Qingshan Lake

门、属、种名		Oct	Dec	Jan	Apr	Jun
布纹藻属	34. 细布纹藻 <i>G. kutzingii</i>	+	+	-	-	-
	35. 针状菱形藻 <i>N. acicularis</i>	+	-	-	+	+
菱形藻属	36. 帽形菱形藻 <i>N. palea</i>	+	-	+	-	+
	37. 新月拟菱形藻 <i>N. closterium</i>	-	-	-	-	+
	38. 三角褐指藻 <i>P. tricorutum</i>	-	+	-	+	+
根管藻属	40. 布氏双尾藻 <i>D. brightwellii</i>	-	-	-	-	+
直链藻属	41. 刚毛根管藻 <i>R. setigera</i>	-	-	-	-	+
小环藻属	42. 颗粒直链藻 <i>M. granulata</i>	-	-	-	-	+
	43. 梅尼小环藻 <i>C. meneghiniana</i>	-	-	-	-	+
星杆藻	44. 美丽星杆藻 <i>A. formosa</i>	-	-	-	-	+
盒形藻属	45. 活动盒形藻 <i>B. mobiliensis</i>	-	-	-	-	+
金藻门 棕鞭藻属	46. 变形棕鞭藻 <i>O. mutabilis</i>	-	+	+	+	+
	47. 游动棕鞭藻 <i>O. ludibunda</i>	-	-	-	-	+
黄群藻属	48. 黄群藻 <i>S. urella</i>	-	-	-	-	+
硅鞭金藻属	49. 六角网骨藻 <i>D. speculum</i>	-	-	-	-	+
	50. 拟丝状黄丝藻 <i>T. ulothrichoides</i>	+	+	-	+	-
黄藻门 黄丝藻属	51. 小型黄丝藻 <i>T. minus</i>	+	-	-	+	+
	52. 近缘黄丝藻 <i>T. affine</i>	+	+	+	+	+
	53. 绿色黄丝藻 <i>T. viride</i>	-	-	-	-	+
拟气球藻属	54. 拟气球藻 <i>B. arhiza</i>	-	-	-	-	+
膝口藻属	55. 膝口藻 <i>G. semen</i>	-	-	-	-	+
黄管藻属	56. 小型黄管藻 <i>O. parvulum</i>	-	-	-	-	+
	57. 头状黄管藻 <i>O. capitatum</i>	-	-	-	-	+
绿囊藻属	58. 绿囊藻 <i>Chlorobotrys</i>	-	-	-	-	+
隐藻门 隐藻属	59. 卵形隐藻 <i>C. ovata</i>	+	+	+	+	+
	60. 啮蚀隐藻 <i>C. erosa</i>	-	+	+	+	+
缘胞藻属	61. 天蓝胞藻 <i>C. coerulea</i>	-	-	-	-	+
	62. 草履缘胞藻 <i>C. paramaecium</i>	-	-	-	-	+
蓝隐藻属	63. 尖尾蓝隐藻 <i>C. acuta</i>	-	-	-	-	+
角藻属	64. 飞燕角藻 <i>C. hirundinella</i>	-	-	+	-	-
甲藻门	65. 叉角藻 <i>C. furca</i>	-	+	+	-	-
翅甲藻属	66. 具尾翅甲藻 <i>D. caudata</i>	-	-	-	-	+
裸甲藻属	67. 裸甲藻 <i>G. aeruginosum</i>	-	+	-	-	-
裸藻门 裸藻属	68. 绿裸藻 <i>E. viridis</i>	-	-	+	-	+
	69. 三角袋鞭藻 <i>P. trichophorum</i>	+	-	+	-	-
袋鞭藻属	70. 尾变胞藻 <i>A. klebsii</i>	-	-	-	-	+
变胞藻属	71. 具瘤扁裸藻 <i>P. peteloti</i>	-	-	-	-	+
扁裸藻属	72. 普通小球藻 <i>C. vulgaris</i>	-	-	+	+	+
	73. 椭圆小球藻 <i>C. ellipsoidea</i>	+	-	-	+	-
小球藻属	74. 三角四角藻 <i>T. trigonum</i>	+	+	+	+	+
	75. 具尾四角藻 <i>T. caudatum</i>	-	+	-	+	-

续表 1 青山湖浮游植物种类组成
Tab. 1 Species composition of phytoplankton in Qingshan Lake

绿藻门	76. 三叶四角藻 <i>T. minimum</i>	-	+	-	-	-
	77. 小形四角藻 <i>T. gracile</i>	-	-	-	-	+
月牙藻属	78. 小型月牙藻 <i>minutum</i>	-	+	-	+	+
	79. 月牙藻 <i>S. bibrainum</i>	-	-	-	-	+
小椿藻属	80. 湖生小椿藻 <i>C. limneticum</i>	-	-	+	+	-
弓形藻属	81. 硬弓形藻 <i>S. robusta</i>	-	-	-	+	+
	82. 螺旋弓形藻 <i>S. spiralis</i>	+	+	-	+	+
	83. 拟菱形弓形藻 <i>S. nitzschioides</i>	+	+	+	+	+
	84. 弓形藻 <i>S. setigerae</i>	+	-	-	+	+
绿球藻属	85. 绿球藻 <i>Chlorococcum sp.</i>	-	-	-	+	+
	86. 针形纤维藻 <i>A. acicularis</i>	-	+	-	+	+
纤维藻属	87. 镰形纤维藻 <i>A. falcatus</i>	-	-	+	+	+
	88. 镰形纤维藻奇异变种 <i>A. falcatus var. mirabilis</i>	-	+	+	-	-
集星藻属	89. 集星藻 <i>A. hantzschii</i>	+	+	-	+	-
	90. 双射盘星藻 <i>P. biradiatum</i>	-	+	+	-	+
	91. 单角盘星藻具孔变种 <i>P. simplex var. duodenarium</i>	+	+	+	-	-
盘星藻属	92. 单角盘星藻 <i>P. simplex</i>	+	+	+	+	+
	93. 四角盘星藻四齿变种 <i>P. tetras var. tetraadon</i>	-	+	-	+	-
	94. 四尾栅藻 <i>S. quadricauda</i>	+	+	+	+	+
	95. 斜生栅藻 <i>S. obliquus</i>	-	+	-	+	+
栅藻属	96. 尖细栅藻 <i>S. acuminatus</i>	-	+	-	+	+
	97. 二形栅藻 <i>S. dimorphus</i>	+	+	+	+	+
	98. 被甲栅藻 <i>S. armatus</i>	-	+	-	+	+
十字藻属	99. 四角十字藻 <i>C. quadrata</i>	+	-	+	+	+
空星藻属	100. 小孢空星藻 <i>C. microporum</i>	+	+	+	+	+
	101. 空星藻 <i>C. microporum</i>	-	-	-	-	+
新月藻属	102. 小新月藻 <i>C. venus</i>	-	-	-	+	-
实球藻属	103. 实球藻 <i>P. morum</i>	+	-	-	+	-
衣藻属	104. 简单衣藻 <i>C. simplex</i>	-	-	-	-	+
蹄形藻属	105. 蹄形藻 <i>K. lunaris</i>	-	-	-	-	+
	106. 肥壮蹄形藻 <i>K. obesa</i>	-	-	-	-	+
微绿球藻	107. 眼妆微绿球藻 <i>N. oculata</i>	-	-	-	-	+
水网藻属	108. 水网藻 <i>H. reticulatum</i>	-	-	-	-	+
韦氏藻属	109. 韦氏藻 <i>W. botryoides</i>	-	-	-	-	+
鼓藻属	110. 不定凹顶鼓藻 <i>E. dubium</i>	-	-	-	-	+

Oct 表示 2010 年 10 月; Dec 表示 2010 年 12 月; Jan 表示 2011 年 1 月; Apr 表示 2011 年 4 月; Jue 表示 2011 年 6 月; + 表示出现种, - 表示未出现种。

根据调查结果分析得出, 青山湖浮游植物春季的优势种群为绿藻门的栅藻等; 夏季(6 月份) 的优势种群有绿藻门的栅藻和蓝藻门的平列藻属; 秋季(10 月份) 的优势种群主要为蓝藻门的平列藻属; 冬季(12 月份和 1 月份) 的优势种群主要为绿藻门的盘星藻属。这与许多处于贫-中营养状态大型水库、湖泊情况相似^[10]。而在富营养化湖泊中, 一般以蓝藻占优势, 如云贵高原的滇池已严重富营养化, 蓝藻

优势度高达 100%^[11]。普遍认为:硅藻为贫营养型水体的优势种,绿藻为中营养型水体的优势种,而蓝藻为富营养型水体的优势种^[12]。在浮游植物群落的季节演替方面,Sommer等^[13]通过对大量中富营养性湖泊的浮游生物和水质理化因子的分析,提出了著名的 PEG(Plankton Ecology Group) 模式。PEG 模型中浮游植物群落的季节演替大概过程是从冬春季的隐藻和硅藻转变为夏季的绿藻,到夏末秋初则是蓝藻占优势;随着秋季的到来,硅藻的重要性再次上升。从本研究结果来看,青山湖浮游植物的演替规律与 PEG 模型比较吻合,进而表明青山湖属于中富营养型湖泊。

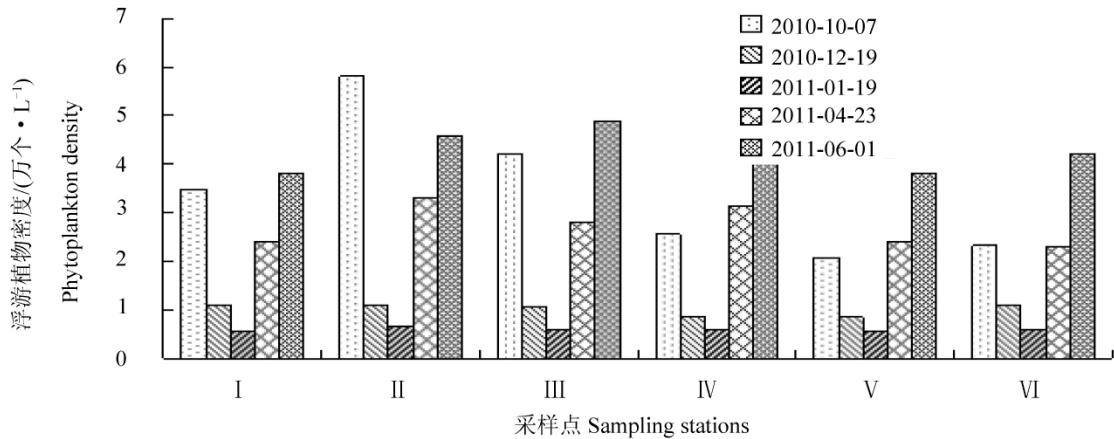


图3 不同采样点浮游植物细胞丰度的变化

Fig3 Variation of phytoplankton abundance at different sampling stations

2.3 青山湖浮游植物丰度的时空分布

从图3中可以看出,湖中的不同采样点水体的浮游植物细胞丰度相差比较大,样点II的浮游植物量较高,年平均密度为2.75万个/L,特别是在2010年10月份所采的样品,达到了5.81万个/L。样点V的浮游植物量在各样点中相对小,年平均密度为2.12万个/L。样点V为赣江入水口,水体的循环速度比较快,从而造成浮游植物丰度不高,而样点II为居民生活区,且在“葫芦巴”内,水体循环比较差,水体中的营养盐容易积累,进而导致样点II的浮游植物丰度较高。

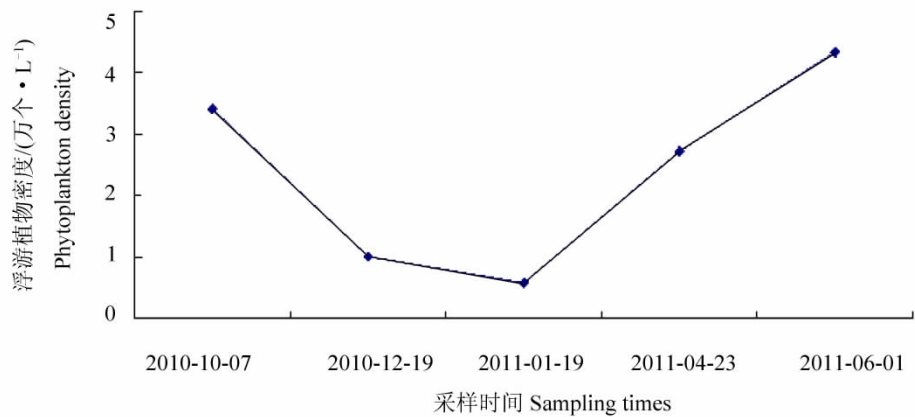


图4 浮游植物细胞丰度的季节变化

Fig.4 Variation of phytoplankton abundance at different seasons

青山湖浮游植物细胞丰度季节变化明显,年均值为2.41万个/L,从图4可看出,在夏季(6月份),浮游植物细胞的丰度明显高于其他季节,平均可达到4.33万个/L,其次为秋季(10月份),为3.41万个/L,而在冬季(1月份)浮游植物细胞的数量非常低,平均密度仅0.58万个/L。根据国内有关评价湖泊富营养化标准的评价方法^[14],浮游植物数量小于3万个/L为贫营养型,3~10万个/L为中营养型,大于10万个/L为富营养型。而青山湖藻类的密度在春季平均为2.72万个/L,夏季为4.55万个/L,秋季为3.41万个/L,在冬季最低的为0.58万个/L。因此,青山湖在冬季处于贫营养状态,而在春季介于贫营养和中富营养水平之间,夏、秋季处于中富营养水平。

3 结论

(1) 青山湖浮游植物鉴定出的种类有8门61属110种,浮游植物种类组成常年以绿藻居多。

(2) 浮游植物细胞丰度年平均为 2.41 万个/L, 随季节变化比较明显, 夏季达到了 4.33 万个/L, 而冬季仅为 0.58 万个/L。

(3) 根据浮游植物种类组成的分析, 青山湖的水质, 目前处于中富营养水平, 随着季节的变化, 湖泊的水质指标存在一定幅度的变化, 但从总体趋势来看, 并没有明显的加剧趋势。

参考文献:

- [1] 计勇, 张洁, 郑克红. 不同水动力情况下青山湖水环境治理方案研究[J]. 南昌工程学院学报, 2008, 27(6): 51-54, 71.
- [2] 韩博平, 林旭钿, 李铁. 广东省大中型水库富营养化现状与防治对策研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [3] Watson S, Mccauley E, Downing J. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of different nutrient status[J]. *Limnol and Oceanogr*, 1997, 42: 487-495.
- [4] Sanna S, Maria L, Maija H. Long-term changes in summer phytoplankton communities of the open northern Baltic Sea[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2006, 71(3-4): 580-592.
- [5] Sidik M J, Nabi M R U, Hoque M A. Distribution of phytoplankton community in relation to environmental parameters in cage culture area of Sepanggar Bay, Sabah, Malaysia[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2008, 80(2): 251-260.
- [6] Gatidou G, Thomaidis N S. Evaluation of single and joint toxic effects of two antifouling biocides, their main metabolites and copper using phytoplankton bioassays[J]. *Aquatic Toxicology*, 2007, 85(3): 184-191.
- [7] Sabater S, Aaigas J, Duran C et al. Longitudinal development of chlorophyll and phytoplankton assemblages in a regulated large river (the Ebro River) [J]. *Science of the Total Environment*, 2008, 404(1): 196-206.
- [8] 梁象秋, 方纪祖, 杨和荃. 水生生物学: 形态和分类[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [9] 赵文, 王丽卿, 王高学, 等. 水生生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [10] 胡韧, 林秋奇, 王朝晖, 等. 广东省典型水库浮游植物组成与分布特征[J]. *生态学报*, 2002, 1939-1944.
- [11] 宋晓兰, 刘正文, 潘宏凯, 等. 太湖梅梁湾与五里湖浮游植物群落的比较[J]. *湖泊科学*, 2007, 19(6): 643-651.
- [12] 刘建康. 高级水生生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [13] Sommer U, Gliwicz M Z, Lampert W, et al. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in freshwater [J]. *Archives of Hydrobiology*, 1986, 106(4): 433-471.
- [14] 金相灿, 屠清瑛. 湖泊富营养化调查规范[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1990.