

# 温度、光照和磷质量浓度对小环藻、大型溞和金鱼藻共培养的影响

杨佩昀, 徐婷婷, 高伟, 王洁玉, 靳萍, 靳同霞, 马剑敏

(河南师范大学 生命科学学院, 河南 新乡 453007)

**摘要:**为了研究温度、光照和磷质量浓度对生物操纵效果的影响,选用小环藻、大型溞和金鱼藻分别作为浮游植物、浮游动物和大型水生植物的代表种,建立不同磷质量浓度(0.05、0.1、0.5、2 mg/L)的水生微宇宙模型,研究不同温度梯度(15、20、25、30 ℃)、不同光照强度(1000、2600、4200、5800 lx)及不同光暗比(10:14、12:12、14:10、16:8)条件下浮游动物和沉水植物的控藻效果。结果表明:磷质量浓度为0.05~0.5 mg/L、温度在20~25 ℃时,大型溞和金鱼藻生长较好,对小环藻有明显的抑制作用;磷质量浓度为0.05~0.5 mg/L、光照强度在1000~4200 lx时,大型溞和金鱼藻对小环藻有明显的抑制作用;强光(5800 lx)有利于小环藻、金鱼藻的生长,但对大型溞有抑制;磷质量浓度为0.05~0.5 mg·L<sup>-1</sup>,光暗比为14 h:10 h时,大型溞和金鱼藻生长最好,可以达到很好的抑藻效果;当磷质量浓度相同时,温度30 ℃、光照5800 lx时,培养液中氮磷去除率最高。

**关键词:**小环藻;大型溞;金鱼藻;温度;光照;生物操纵

**中图分类号:**Q178.1;X171

**文献标志码:**A

水体富营养化问题已引起世界关注,水华的频繁发生正是水体富营养化的体现,为了治理水华,生物学家常采用生物操纵<sup>[1-2]</sup>和沉水植物的重建与恢复<sup>[3-4]</sup>的方法治理水华。如今,硅藻水华已对很多富营养化湖泊和鱼塘造成威胁,汉江中下游水体中丰富的氮磷营养可导致硅藻大量繁殖形成水华,其中主要种类为小环藻<sup>[5]</sup>。硅藻水华可导致水色发褐,并伴有腥臭味,给沿岸居民的生产生活以及社会经济都带来了严重的损失。硅藻水华爆发的条件不仅与氮磷等营养盐有关,与温度、光照(光照强度和光周期)等环境因子也是密不可分的,温度变化可导致水生植物种群结构和种群数量发生改变,间接影响浮游动物,温度对浮游动物的生长繁殖也会产生直接影响。光照一方面影响水生植物的群落组成及种群密度,间接对浮游动物生长和繁殖造成影响,另一方面光照可改变浮游动物的生活周期。

本实验针对硅藻水华,研究不同磷质量浓度培养液中(代表不同的富营养化程度的水体),温度、光照对小环藻、大型溞和金鱼藻共培养的影响机理,以期通过生物操纵和沉水植物的重建与恢复为治理硅藻水华及恢复水体生态环境提供更多的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料和培养条件

小环藻(*Cyclotella sp.* FACHB-1654)是硅藻水华的优势种之一,购自中国科学院水生生物种质库淡水藻种库。使用D1培养液<sup>[6]</sup>保存培养,培养条件设为温度25 ℃,光暗比14 h:10 h,光强2600 lx。

大型溞(*Daphniamagna*)可牧食浮游植物来抑制其大量生长,采集于新乡卫河,在实验室内进行分离

收稿日期:2015-07-10;修回日期:2015-12-17。

基金项目:河南省重点科技攻关项目(152102310087);河南省教育厅科学技术重点研究项目(14B180009);河南省创新型科技人才队伍建设工程。

第1作者简介:杨佩昀(1990-),女,河南崇县人,河南师范大学硕士研究生,从事污染与修复生态学研究。

通信作者:马剑敏,博士,教授,E-mail:mjm6495@sina.com。

纯化,选用同一母体繁殖三代以上的出生6~24 h的幼龄期大型溞作为实验对象.金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)是我国水体中常见的大型沉水植物,采集于新乡市牧野湖,用D1培养液进行培养,实验时选取长势良好的金鱼藻顶端作为实验材料.

## 1.2 培养液的配制

以无氮无磷的D1培养液为基础,配制氮( $\text{NaNO}_3$ )浓度11 mg/L,磷( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ )浓度分别为0.05、0.1、0.5、2 mg/L的培养液800 mL于1 L三角瓶中,调pH至7.5.所有培养液及培养器材均高压灭菌.

## 1.3 实验方法

### 1.3.1 温度实验

将小环藻接种到不同磷质量浓度的D1培养液中,根据预实验结果,将其初始密度调节至 $10^5 \text{ mL}^{-1}$ ,同时加入0.1 g金鱼藻和5只大型溞,每个磷质量浓度设3个重复.置于培养箱中培养20 d,温度梯度:15、20、25、30 °C(小环藻在15~35 °C之间均能生长),每个温度设3个重复,光照强度设为2600 lx,光暗比为14 h:10 h,实验过程使培养液体积保持在800 mL.实验结束后,计算小环藻、大型溞、金鱼藻增长率,氮磷去除率.

### 1.3.2 光照实验

**1.3.2.1 光照强度实验** 将小环藻接种到不同磷质量浓度的D1培养液中,调节初始密度至 $10^5 \text{ mL}^{-1}$ ,同时加入0.1 g金鱼藻和5只大型溞,每个磷质量浓度设3个重复.置于培养箱中培养20 d,光照强度梯度:1000、2600、4200、5800 lx(最适光照为2000~5000 lx<sup>[7]</sup>),每个光照强度设3个重复,温度设为25 °C,光暗比为14 h:10 h,实验过程使培养液体积保持在800 mL.实验结束后,计算小环藻、大型溞、金鱼藻增长率,氮磷去除率.

**1.3.2.2 光周期实验** 将小环藻接种到不同磷质量浓度的D1培养液中,调节初始密度至 $10^5 \text{ mL}^{-1}$ ,同时加入0.1 g金鱼藻和5只大型溞,每个磷质量浓度设3个重复.置于培养箱中培养20 d,光暗比梯度:10 h:14 h、12 h:12 h、14 h:10 h、16 h:8 h,每个光暗比设3个重复,温度25 °C,光照强度设为2600 lx,实验过程使培养液体积保持在800 mL.实验结束后,计算小环藻、大型溞、金鱼藻增长率,氮磷去除率.

## 1.4 指标测定及数据处理

**藻密度:**用紫外分光光度计扫描处于对数生长期的小环藻藻液在400~800 nm波长下的OD值,确定最大吸收峰的波长为674 nm.建立细胞数与吸光值的回归方程为: $y=42.346x-1.6933$ ,其中 $x$ 为吸光值(OD), $y$ 为细胞密度( $10^5 \text{ mL}^{-1}$ ),回归系数为 $R^2=0.9555$ , $P<0.05$ ,因此可用吸光值直接反应小环藻的细胞密度.

**大型溞数量:**肉眼计数.

**金鱼藻生物量:**电子天平称重.

**总氮和总磷测定:**实验结束后,取适量培养液以4000 r/min离心10 min后,取其上清液,依照标准方法<sup>[8]</sup>测定培养液的总氮和总磷含量.

**数据处理:**用Excel 2010处理数据和作图,用SPSS 19.0进行统计分析.

## 2 结果

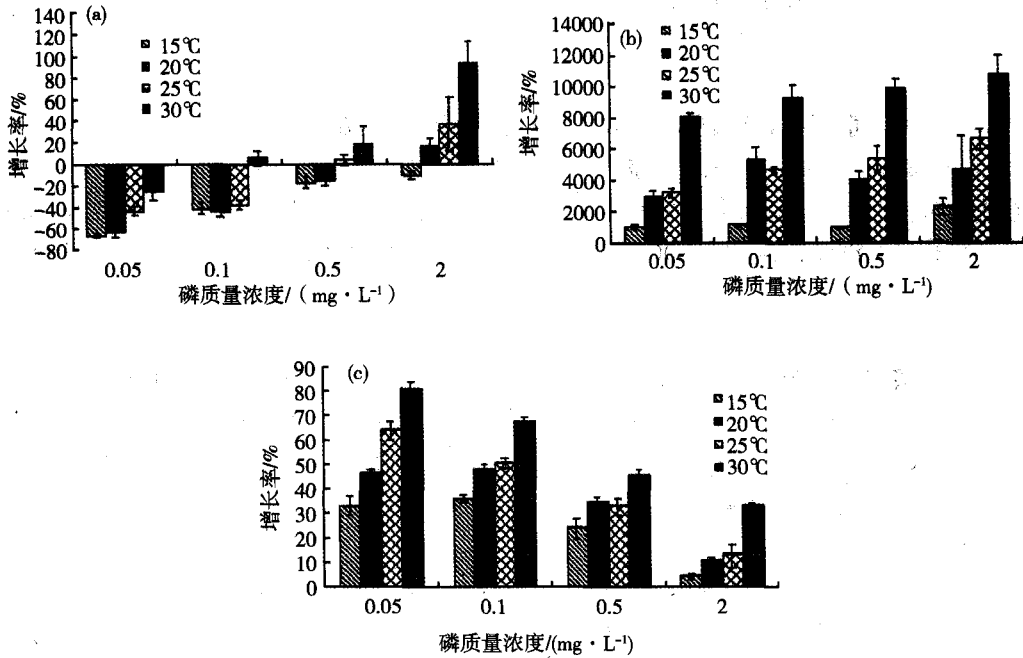
### 2.1 温度实验

#### 2.1.1 温度对小环藻、大型溞、金鱼藻生长的影响

在不同温度下,小环藻、大型溞、金鱼藻的生长情况如图1所示.磷质量浓度相同时,小环藻、大型溞、金鱼藻的增长率都随着温度的升高而增大,各温度之间的差异显著( $P<0.05$ ).温度相同时,小环藻和大型溞的增长率随着磷质量浓度的增大而增大,而金鱼藻的增长率随着磷质量浓度的增大而减小,各磷质量浓度之间的差异显著( $P<0.05$ ).当温度15 °C,磷0.05 mg/L时,小环藻增长率最低.低温低磷不利于小环藻、大型溞的生长.低温高磷不利于金鱼藻的生长.ANOVA结果表明:温度和磷质量浓度对小环藻、大型溞、金鱼藻的增长率的影响均能达到显著水平( $P<0.05$ ),但两者之间没有互作效应( $P>0.05$ ).

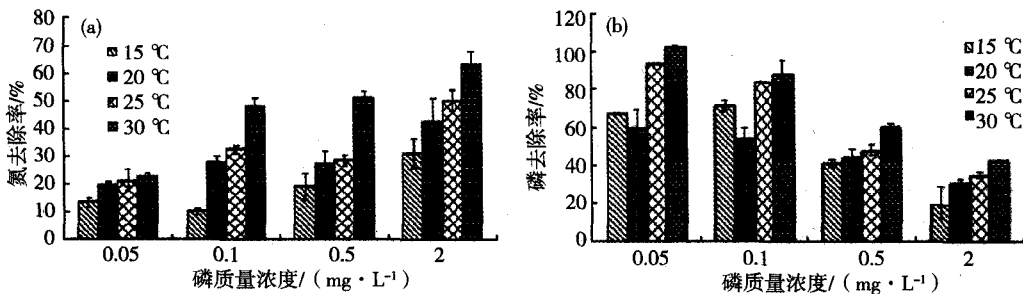
### 2.1.2 温度对培养液中总氮总磷的去除率的影响

实验结束后,计算氮磷去除率,结果如图2所示.氮的去除率随温度和磷质量浓度的增大而增大,温度30℃,磷质量浓度2 mg/L时,氮的去除率最大.温度30℃,磷质量浓度0.05 mg/L时,磷的去除率最大.温度和磷质量浓度对总氮、总磷去除率的影响达到显著水平( $P < 0.05$ ),而温度和磷质量浓度的交互差异不显著( $P > 0.05$ ).



a. 小环藻; b. 大型溞; c. 金鱼藻.

图1 不同温度下藻-溞-草共培养时小环藻、大型溞、金鱼藻的增长率变化情况



a.总氮去除率; b.总磷去除率.

图2 不同温度下藻-溞-草共培养时总氮总磷去除率

## 2.2 光照影响

### 2.2.1 光照强度对小环藻大型溞金鱼藻生长的影响

在不同光照强度下,小环藻、大型溞、金鱼藻的生长情况分别如图3所示.磷质量浓度相同时,小环藻、金鱼藻的增长率都随着光照强度的增大而增大,大型溞的增长率先增大后减少,各光照之间的差异显著( $P < 0.05$ ).光照强度相同时,小环藻、大型溞的增长率随着磷质量浓度的增大而增大,金鱼藻的增长率逐渐减少,各磷质量浓度之间的差异显著( $P < 0.05$ ).光强为1000 lx,磷为0.05 mg/L时,小环藻增长率最小.光强4200 lx,磷质量含量为2 mg/L时,大型溞增长率最大.光强5800 lx,磷质量浓度为0.05 mg/L时,金鱼藻的增长率最大.ANOVA结果表明:光照强度和磷质量浓度对小环藻、大型溞、金鱼藻的增长率的影响均能达到显著水平( $P < 0.05$ ),但两者之间没有交互效应( $P > 0.05$ ).

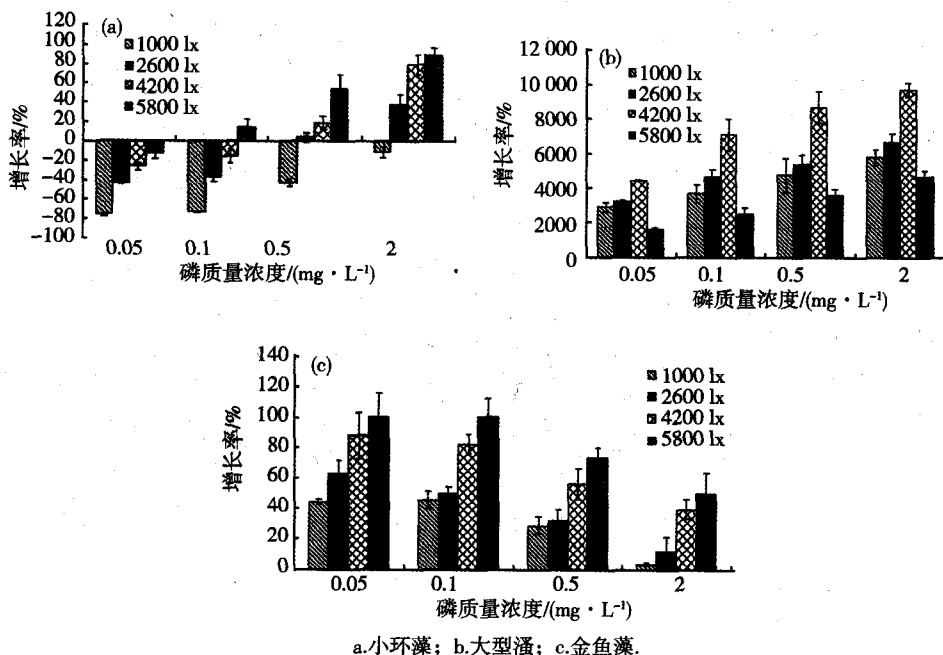


图3 不同光照下藻-溞-草共培养时小环藻、大型溞、金鱼藻的增长率变化情况

2.2.2 光周期对小环藻、大型溞、金鱼藻生长的影响

在不同光周期下,小环藻、大型溞、金鱼藻的生长情况如图 4 所示. 磷质量浓度相同时,小环藻的增长率随着光照时间的延长而增大,大型溞和金鱼藻的增长率先增大后减小,各光暗比之间的差异显著 ( $P < 0.05$ ). 光周期相同时,小环藻和大型溞的增长率随着磷质量浓度的增大而增大,而金鱼藻的增长率逐渐减少,各磷质量浓度之间的差异显著 ( $P < 0.05$ ). 光暗比为 10 h : 14 h,磷为 0.05 mg/L 时,小环藻增长率最小. 光暗比为 14 h : 10 h,磷质量含量为 2 mg/L 时,大型溞增长率最大. 光暗比为 14 h : 10 h,磷质量浓度为 0.05 mg/L 时,金鱼藻的增长率最大. ANOVA 结果表明:光周期和磷质量浓度对小环藻、大型溞、金鱼藻的增长率的影响均能达到显著水平 ( $P < 0.05$ ),但两者之间没有互作效应 ( $P > 0.05$ ).

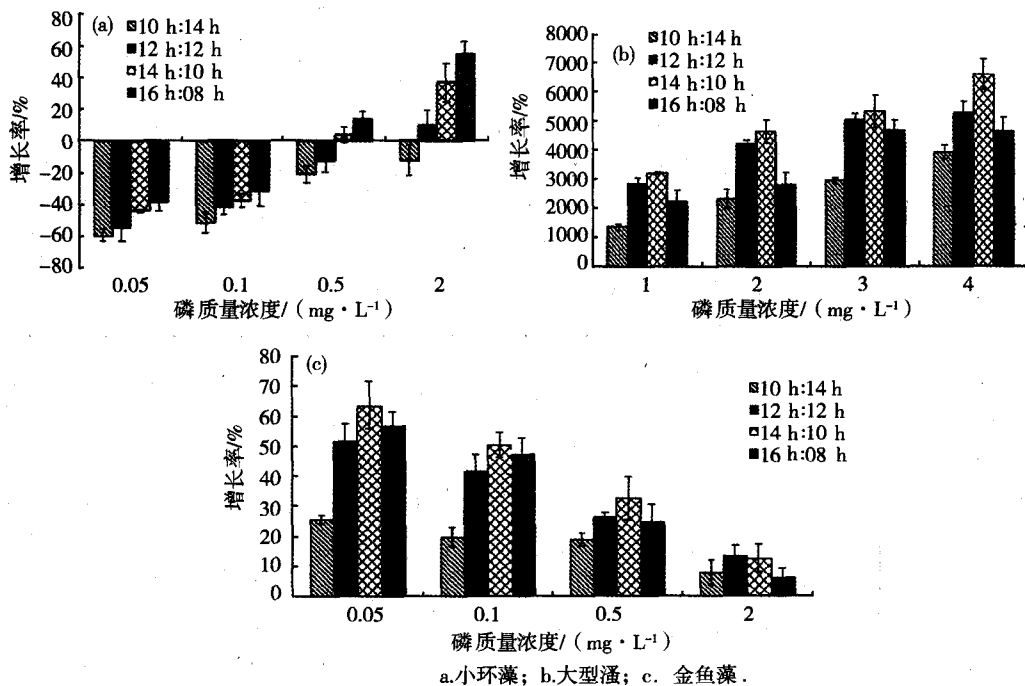
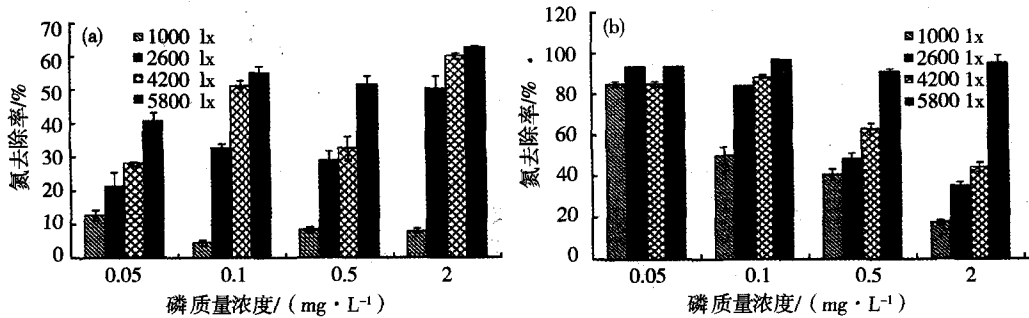


图4 不同光周期下藻-溞-草共培养时小环藻、大型溞、金鱼藻的增长率变化情况

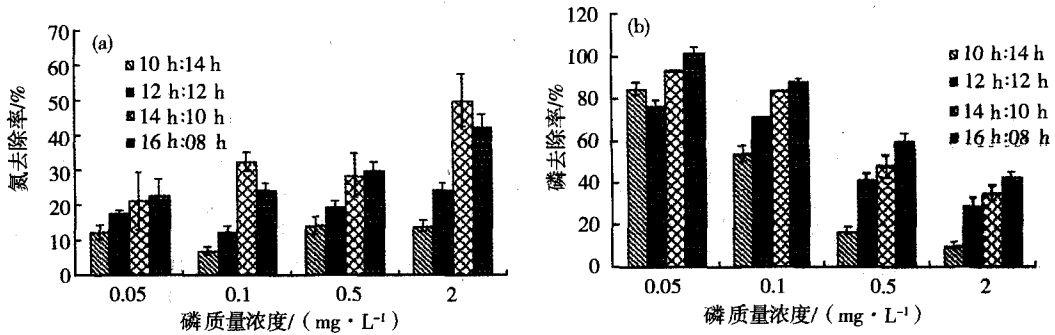
### 2.2.3 光照对培养液中总氮总磷的去除率的影响

实验结束后,计算氮磷去除率,结果如图5、6所示.氮的去除率随光照和磷质量浓度的增大而增大.光强5800 lx或光暗比为16 h:8 h,磷质量浓度2 mg/L时,总氮去除率最大.总磷的去除率是随着光照强度、光照时间的增加逐渐增加,随着磷质量浓度的增加逐渐减少.光照(光强、光周期)和磷质量浓度对总氮、总磷去除率的影响达到显著水平( $P < 0.05$ ),而光照(光强、光周期)与磷质量浓度的交互差异不显著( $P > 0.05$ ).



a.总氮去除率; b.总磷去除率.

图5 不同光照强度下藻-溞-草共培养时总氮总磷去除率



a.总氮去除率; b.总磷去除率.

图6 不同光周期下藻-溞-草共培养时总氮总磷去除率

## 3 讨论

### 3.1 温度的影响

环境温度的变化会导致藻细胞新陈代谢的反应速率的变化,进而影响藻类种群的增殖,最直观的表现是种群的增长率变化,同时影响氮磷去除率的变化.大部分硅藻的适宜温度范围为15~30℃.如海链藻为15~21℃<sup>[10]</sup>,翼虫形藻生长的最佳温度为30℃<sup>[11]</sup>.小环藻的最适生长温度为30~40℃,属喜高温性种<sup>[12]</sup>.本实验结果与其一致,在实验条件范围内,小环藻的增长率与温度、磷质量浓度成正比,随温度升高,藻细胞内酶活性增强,光合速率加快,其增长率在30℃达到最大.大型溞、金鱼藻对小环藻的抑制作用会随温度的增加而减弱,说明温度的升高更有利于小环藻的生长.

大型溞属于变温动物,水温变化对其生长繁殖影响显著.在一定范围内(20~30℃)温度升高有利于大型溞种群数量的快速增长<sup>[13]</sup>,当温度超过30℃大型溞生存受到威胁,本实验中,大型溞的数量与温度和磷质量浓度均呈正比,同时也与小环藻的数量有关,在食物充足、温度适宜的条件下大量繁殖.

金鱼藻适宜的生长温度为15~25℃<sup>[14]</sup>.研究发现,金鱼藻的增长率与温度呈正比,与磷质量浓度呈反比,适应温度更广,30℃生长最好.水体中高营养盐浓度对金鱼藻有胁迫作用,但仍具有一定的去除N、P的能力<sup>[15]</sup>,与实验结果一致,金鱼藻的生长也明显受到小环藻的抑制.

### 3.2 光照的影响

硅藻的最适宜光强范围为1000~7000 lx,如尖刺拟菱形藻为7000 lx<sup>[16]</sup>,月形藻为500~1500 lx<sup>[17]</sup>.本

实验表明,光照的增强有利于小环藻生长,在 5800 lx 达到最大增长率.光照时间延长更有利于小环藻的生长.随着光照强度和磷质量浓度的增强,小环藻光合速率加快,光照时间延长增加光合作用的时间,印证了硅藻水华通常发生在日光充足的春秋季节而夏季更有利于蓝藻的生长这一结论<sup>[18]</sup>;延长光照时间,可提高藻类的增长率,使用间歇光照,可增加光的利用程度,加速硅藻生长<sup>[19]</sup>,与本实验结论一致.

光照能直接或间接影响浮游动物生长,改变浮游动物的摄食、生活、成熟和存活率等.实验结果表明,4200 lx 更适合大型溞生长;光暗比 14 h : 10 h 时,大型溞增长率达到最大值,说明大型溞的生存、发育和取食有其适应的光周期.

光照对金鱼藻有显著影响.金鱼藻对高光强的适应性较强,陈刚等<sup>[20]</sup>发现,金鱼藻的净光合量随着光照强度的增加而增加,光补偿点是 1475 lx.本研究发现,光照强度为 5800 lx,光暗比 14 h : 10 h 时,金鱼藻增长率最大,表明增加光照强度,延长光照时间,能加快大型水生植物的生长发育,当水生态系统中光照强度较低时,适当延长光照时间能补偿光照强度不足,但光照周期过长不利于大型沉水植物的生长.

### 3.3 氮磷去除率的分析

氮的去除率随温度的升高、光强的增强、光照时间的延长和磷质量浓度的增大而增大.氮去除率与小环藻、金鱼藻的生长量成正比,小环藻和金鱼藻生长越好(这与温度、光照和磷质量浓度均有关),氮元素消耗就越多.总磷去除率随温度的升高、光强的增强、光照时间的延长而增大,随磷质量浓度的增大而减小.水体富营养 80% 与磷元素有关,高磷质量浓度会引起水华的发生,使藻类大量生长,浮游动物和沉水植物的生长不仅可以抑制藻类的生长,同时也可降低水体中的氮磷质量浓度,同时可结合控制外源污染物、机械打捞等方法,达到长期有效的治理效果.

### 3.4 生物操纵与大型水生植物的恢复可同时进行

有学者认为磷质量浓度在 0.05~0.15 mg/L 时生物操纵控藻效果较好<sup>[21]</sup>,磷质量浓度小于 0.25 mg/L 时水生植物控藻效果较好<sup>[22]</sup>,本实验结果证明,当富营养化水体中磷质量浓度的在 0.05~0.5 mg/L 时,水温在 15℃~30℃时,光照 1000~4600 lx,水体中投放大型溞、种植金鱼藻会有效的抑制小环藻的生长.当富营养化程度更为严重,采取此种方法效果不佳,应同时采取其他方法.运用浮游动物和大型沉水植物可以更有效的控制藻类的生长,这一结论在本实验室之前的研究中也得以印证<sup>[23-24]</sup>,说明在运用生物操纵时同时恢复大型沉水植物可到达更好的抑藻效果,二者相辅相成.因为大型溞可通过牧食压力来抑制藻类生长,金鱼藻一方面通过光合作用增加水中溶解氧,为浮游动物生长繁殖提供所需要的充足氧气,浮游动物通过牧食压力控制藻类的大量繁殖.另一方面金鱼藻还可与浮游植物争夺营养盐同时释放自身合成的化感物质,来抑制浮游植物的生长,进而提高生物操控的稳定性,净化水质.

## 4 结 论

1) 磷质量浓度为 0.05~0.5 mg/L,温度在 20~25℃时,大型溞和金鱼藻生长较好,对小环藻有明显的抑制作用.

2) 磷质量浓度为 0.05~0.5 mg/L,光照强度在 1000~4200 lx 时,大型溞和金鱼藻对小环藻有明显的抑制作用.

3) 磷质量浓度为 0.05~0.5 mg/L 光暗比为 14 h : 10 h 时,可以达到很好的控藻效果.

4) 温度 30℃、光照 5800 lx 时,培养液中氮磷去除率最高,这与小环藻、大型溞和金鱼藻的生物量有密切的关系,可以利用浮游动物和沉水植物来减少水体中的营养盐含量.

综上所述,大型溞和金鱼藻可以有效地抑制小环藻的生长,但在自然水体中,由于系统极其复杂多变,还需要针对湖泊不同的生态特点,结合室外实验及野外调研进行进一步的研究.

## 参 考 文 献

- [1] Carpenter S R, Kitchell J F, Hodgson J R. Cascading Trophic Interactions and Lake Productivity[J]. *BioScience*, 1985, 35(10): 634-639.
- [2] Mcqueen D J. OPINION Manipulating lake community structure: where do we go from here[J]. *Freshwater Biology*, 1990, 23(3): 613-620.

- [3] Nakai S, Inoue Y, Hosomi M, et al. Growth inhibition of blue-green algae by allelopathic effects of macrophytes[J]. *Water Science and Technology*, 1999, 39(8): 47-53.
- [4] 汤仲恩, 种云霄, 朱文玲, 等. 几种观赏型沉水植物对富营养化蓝绿藻类的抑制作用[J]. *生态环境*, 2007(06): 1637-1642.
- [5] 潘晓洁, 朱爱民, 郑志伟, 等. 汉江中下游春季浮游植物群落结构特征及其影响因素[J]. *生态学杂志*, 2014, 33(1): 33-40.
- [6] 郑凌凌. 汉江硅藻水华优势种生理生态学研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2005.
- [7] 梁开学, 王晓燕, 张德兵, 等. 汉江中下游硅藻水华形成条件及其防治对策[J]. *环境科学与技术*, 2012, 35(12): 113-116.
- [8] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 243-257.
- [9] 朱明, 张学成, 茅云翔, 等. 温度、盐度及光照强度对海链藻(*Thalassiosira sp.*)生长的影响[J]. *海洋科学*, 2003(12): 58-61.
- [10] 王璐, 符丽梅, 陈国华, 等. 翼蚕形藻的培养条件[J]. *海洋渔业*, 2012(02): 235-240.
- [11] 曾艳艺, 黄翔鸽. 温度、光照对小环藻生长和叶绿素 a 含量的影响[J]. *广东海洋大学学报*, 2007(06): 36-40.
- [12] 邓道贵, 孟琼, 殷四涛, 等. 温度和食物浓度对大型溞 *Daphnia magna* 种群动态和两性生殖的影响[J]. *生态学报*, 2008(09): 4268-4276.
- [13] 李泽. 若干环境因子对四种沉水植物恢复影响研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.
- [14] 熊剑, 黄建团, 聂雷, 等. 不同营养条件对金鱼藻净化作用及其生理生态的影响[J]. *水生生物学报*, 2013, 37(6): 1066-1072.
- [15] 于萍, 张前前, 王修林, 等. 温度和光照对两株赤潮硅藻生长的影响[J]. *海洋环境科学*, 2006(01): 38-40.
- [16] 湛江水产专科学校. 海洋饵料生物培养[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [17] 秦伯强, 胡维平, 陈伟民, 等. 太湖水环境演化过程与机理[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 257-262.
- [18] 刘杨平, 黄迎春, 王鹤立. 浅谈环境因子对硅藻生长的影响[J]. *科技信息*, 2009(33): 648-725.
- [19] 陈刚, 谢田, 莫非. 光照、NaHCO<sub>3</sub> 和 pH 值对金鱼藻光合作用的影响[J]. *贵州环保科技*, 2004(04): 6-19.
- [20] Jørgensen S E, de Bernardi R. The use of structural dynamic models to explain successes and failures of biomanipulation [J]. *Hydrobiologia*, 1998, 379: 147-158.
- [21] Scheffer M, Carpenter S, Foley A, et al. Catastrophic shifts in ecosystems [J]. *Nature*, 2001, 413(6856): 591-596.
- [22] 马帅, 王程丽, 张亚捷, 等. 氮磷浓度对藻-溞-草间相互作用的影响[J]. *水生生物学报*, 2012(01): 66-72.
- [23] 马剑敏, 靳萍, 郭萌, 等. 磷浓度对铜绿微囊藻、大型溞和金鱼藻三者相互作用的影响[J]. *生态学报*, 2014(06): 1520-1526.

## Influences of Temperature, Illumination and Phosphorus Mass Concentration on Co-cultivation Among *Cyclotella sp.*, *Daphnia magna* and *Ceratophyllum Demersum*

YANG Peiyun, XU Tingting, GAO Wei, WANG Jieyu, JIN Ping, JIN Tongxia, MA Jianmin

(College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

**Abstract:** In order to study the influence of temperature, illumination and phosphorus concentration on the effect of biomanipulation. *Cyclotella sp.*, *Daphnia magna*, *Ceratophyllum demersum* have been selected respectively as representatives of phytoplankton, zooplankton and submerged macrophyte, to establish the model of aquatic microcosm under different phosphorus mass concentrations (0.05, 0.1, 0.5, 2 mg/L) to research the joint-inhibiting effect on algal of zooplankton and the submerged macrophyte under different temperature gradient (15, 20, 25 and 30 °C), different light intensity (1000, 2600, 4200, 2600 lx) and different light/darkness ratio (10 h : 14 h, 12 h : 12 h, 14 h : 10 h, 16 h : 8 h). The result indicates that when phosphorus concentration was 0.05 mg/L to 0.5 mg/L, temperature was 20—25 °C, *Daphnia magna* and *Ceratophyllum demersum* grow better, which exerte significantly inhibition on *Cyclotella sp.* When phosphorus mass concentration was 0.05 mg/L to 0.5 mg/L, under the condition of light intensity between 1000—4200 lx, there is one stronger joint-inhibiting effect on *Cyclotella sp.* of *Daphnia magna* and *Ceratophyllum demersum*. When phosphorus concentration is set as 0.05 mg/L to 0.5 mg/L, it is advantageous to the growth of *Cyclotella sp.* and *Ceratophyllum demersum* in strong light intensity (5800 lx) condition, but goes against the growth of *Daphnia magna*. When phosphorus concentration was 0.05 mg/L to 0.5 mg/L, light/darkness ratio of was 14 h : 10 h, *daphnia magna* can *ceratophyllum demersum* grew best, and can lead to a very good controlling effect on *Cyclotella sp.* Under one certain phosphorus concentration, when the temperature was 30 °C, illumination is 5800 lx, there is one high removal efficiency of nitrogen and phosphorus in the medium.

**Keywords:** *Cyclotella sp.*; *Daphnia magna*; *Ceratophyllum demersum*; temperature; illumination; biomanipulation