

邓 平,曾可为,喻运珍,等.加州鲈发塘池浮游生物的群落结构及动态[J].江苏农业科学,2015,43(6):333-335.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.109

# 加州鲈发塘池浮游生物的群落结构及动态

邓 平,曾可为,喻运珍,张生元

(湖北省武汉市水产科学研究所,湖北武汉 430207)

**摘要:**对加州鲈发塘池的浮游生物群落结构进行了调查分析,共鉴定出浮游植物 4 门 13 种,浮游植物的丰度为  $0.18 \times 10^6 \sim 8.36 \times 10^6$  个/L,生物量为  $0.34 \sim 16.41$  mg/L。浮游动物的丰度为  $3.1 \times 10^4 \sim 33.7 \times 10^4$  ind/L,生物量为  $2.41 \sim 23.77$  mg/L。发塘池生物饵料轮虫的生物量与 pH 值、溶氧量、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$  浓度及浮游植物生物量显著正相关,与  $\text{NH}_3 - \text{N}$  浓度、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  浓度显著负相关;枝角类、桡足类的生物量与环境因子不存在明显相关。

**关键词:**加州鲈;浮游生物;群落结构;环境因子;相关性

**中图分类号:** S963.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0333-02

鱼类人工育苗期间,及时提供适口的开口饵料是育苗成功的关键。肥水下塘是淡水鱼苗的主要培育方式,这种培育方式经验相当重要,在实际生产中易造成鱼苗发塘率不稳定。淡水鱼苗培育池中浮游生物动态变化可直观反映水质的优劣<sup>[1]</sup>。笔者选取所在单位主要用于加州鲈育苗的池塘为发塘池,跟踪调查发塘池的浮游生物,以期为苗种培育提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验池

取样塘为湖北省武汉市水产科学研究所何家湖示范基地的加州鲈苗种培育池,试验池塘面积约  $4\,000\text{ m}^2$ ,池水水深由初期的  $0.5\text{ m}$  逐渐加至  $1.0\text{ m}$ 。培养措施:3 次施入牛粪  $3\text{ t}$ ,3 次投加大草  $1\text{ t}$ 。

### 1.2 方法

采样时间为 2013 年 3 月 28 日至 2013 年 4 月 26 日,3 ~ 4 d 采样 1 次,遇雨天顺延,共计采样 8 次。每次采样时间为 08:00—09:00,分别在塘四角及中央用采水器各采水  $5\text{ L}$ ,取混合样。理化因子的取样测定与浮游生物样品采集同步进行,采用 HQ30 溶氧仪(美国哈希公司)现场测定溶氧量、pH 值、温度,参照《水和废水监测分析方法》<sup>[2]</sup>测定  $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  等指标。浮游植物、小型浮游动物的定量样品采水  $1\text{ L}$ ,用鲁哥氏液固定,带回实验室静置后用虹吸法浓缩至  $30\text{ mL}$ 。浮游动物定量样品采水  $20\text{ L}$ ,用 25 号浮游生物网当场过滤,样品均用 5% 甲醛固定<sup>[3-5]</sup>。

### 1.3 数据分析

因加州鲈发塘阶段仔鱼开口饵料以浮游动物为主,因此仅对浮游动物的生物量与环境因子进行相关性分析。采用 SPSS 19.0 软件处理数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 理化指标变化情况

由表 1 可知,试验期间 pH 值变化范围为  $7.27 \sim 8.09$ ,水中溶氧量变化范围为  $2.74 \sim 8.56\text{ mg/L}$ ,水温变化范围为  $15.6 \sim 23.9\text{ }^\circ\text{C}$ 。试验期间,氨态氮( $\text{NH}_3 - \text{N}$ )、亚硝酸盐氮( $\text{NO}_2^- - \text{N}$ )、硝态氮( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ )浓度均较低。由于在发塘过程中施入了牛粪,正磷酸盐( $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ )浓度逐渐升高。

### 2.2 浮游植物密度、生物量变化情况

从图 1 可见,发塘池调查期间,浮游植物数量、生物量分别为  $0.18 \times 10^6 \sim 8.36 \times 10^6$  个/L 和  $0.34 \sim 16.41\text{ mg/L}$ 。共检出浮游植物 4 门 13 种,分属于隐藻门啮蚀隐藻(*Cryptomonas erosa*)、裸藻门裸藻(*Euglen* sp.)、绿藻门斜生栅藻(*Scenedesmus obliquus*)和弓形藻(*Schroederia* sp.)、硅藻门舟形藻(*Navicula* sp.)和针杆藻(*Synedira* sp.)、甲藻门裸甲藻(*Gymnodinium aeruginosum*)。隐藻门啮蚀隐藻为优势种。发塘初期浮游植物的密度、生物量较高,中期密度、生物量明显减少,4 月 17 日浮游植物密度、生物量又回升。

### 2.3 浮游动物密度、生物量的变化

由图 2 可见,调查期间浮游动物的数量、生物量分别为  $3.1 \times 10^4 \sim 33.7 \times 10^4$  ind/L 和  $2.41 \sim 23.77\text{ mg/L}$ 。共检出浮游动物 16 种(属),分属于原生动物的侠盗虫(*Stribilidium* sp.)、似铃虫(*Tintinnopsis* sp.)、裸口虫(*Holophrya atra*)、草履虫(*Paramecium* sp.)、轮虫的蓼花臂尾轮虫(*Brachionus calyciflorus*)、壶状臂尾轮虫(*B. urceus*)、针簇多肢轮虫(*Polyarthra trigla*)、前节晶囊轮虫(*Asplanchna priodonta*)、卜氏晶囊轮虫(*A. brightwelli*)、枝角类的筒弧象鼻溞(*Bosmina coregoni*)、多刺裸腹溞(*Moina macrocopa*)、蚤状溞(*Daphnia pulex*)、大型溞(*D. magna*straus),桡足类的广布中剑水蚤(*Mesocyclops leuckarti*)、台湾剑水蚤(*M. taihokuensis*)、无节幼体(nauplius)。发塘池前期原生动物、轮虫数量占优势,后期原生动物数量明显减少,轮虫被枝角类、桡足类取代。发塘初期轮虫生物量占优势,逐渐过渡到枝角类、桡足类占优势。3 月 28 轮虫高峰期的优势种为蓼花臂尾轮虫,4 月 1 日的优势种为针簇多肢轮虫。

收稿日期:2014-06-29

基金项目:国家中小企业创新基金(编号:13C26214203933);湖北省重大科技创新计划(编号:2013ABA004);湖北省武汉市农业科学技术研究院创新项目(编号:CX201248)。

作者简介:邓 平(1979—),女,湖北枝江人,博士,工程师,主要从事水产养殖生态学研究。E-mail:sssd@126.com。

表 1 发塘池水质理化参数变化情况

日期 (月-日)	pH 值	溶氧量 (mg/L)	温度 (°C)	NH <sub>3</sub> -N 浓度 (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N 浓度 (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N 浓度 (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup> -P 浓度 (mg/L)
03-28	7.88	8.56	15.6	0.13	0.02	0.20	0.09
04-01	8.09	8.20	19.4	0.11	0.02	0.30	0.22
04-03	7.75	3.66	18.6	0.13	0.01	0.24	0.74
04-07	7.33	3.94	16.7	0.16	0.01	0.23	0.97
04-09	7.27	2.74	18.2	0.18	0.01	0.22	2.47
04-12	7.32	3.45	18.7	0.22	0.01	0.22	2.22
04-17	7.84	4.60	23.9	0.22	0.01	0.22	2.47
04-26	7.53	3.05	21.3	0.21	0.01	0.23	1.46

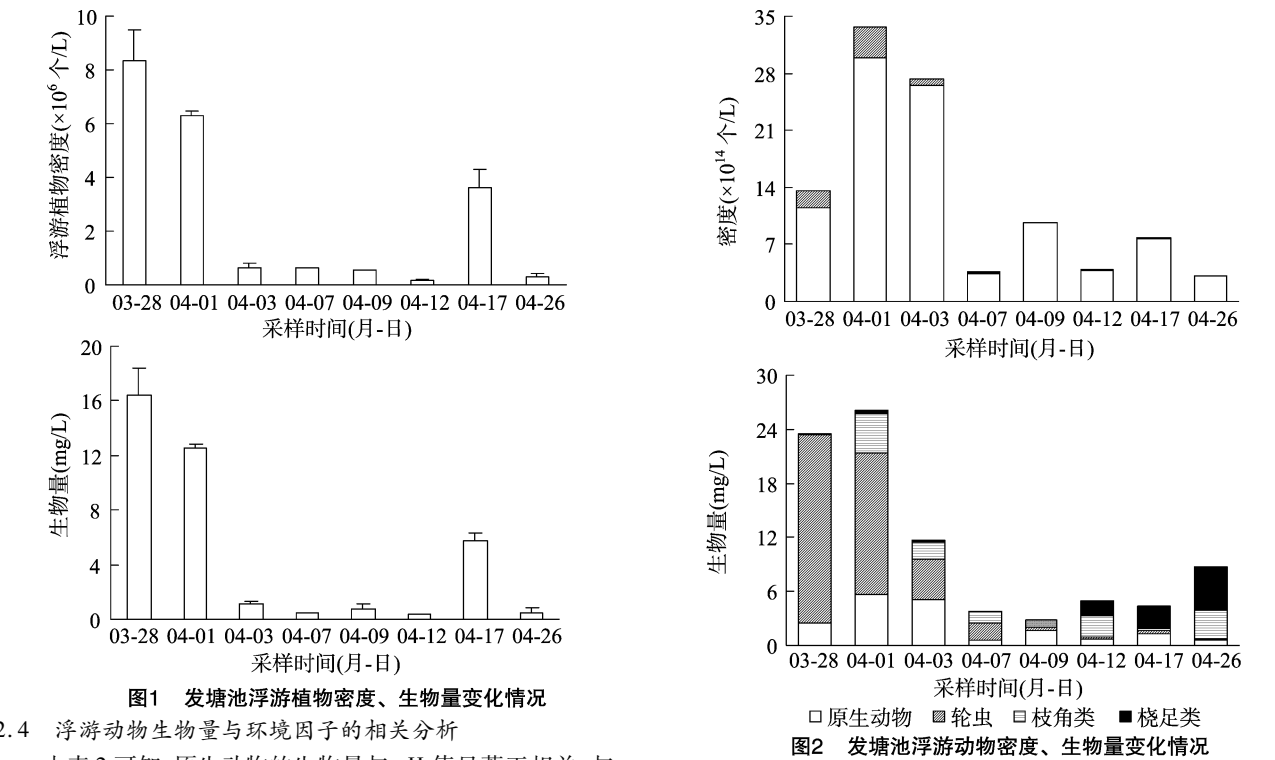


图1 发塘池浮游植物密度、生物量变化情况

2.4 浮游动物生物量与环境因子的相关分析

由表 2 可知,原生动物的生物量与 pH 值显著正相关,与 NH<sub>3</sub>-N 浓度显著负相关;轮虫生物量与 pH 值、溶氧量、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N 浓度及浮游植物生物量显著正相关,与 NH<sub>3</sub>-N 浓

度、PO<sub>4</sub>-P 浓度显著负相关;枝角类、桡足类的生物量与环境因子不存在明显相关。

图2 发塘池浮游动物密度、生物量变化情况

表 2 浮游动物生物量与环境因子的相关关系

浮游动物	pH 值	溶氧量	温度	NH <sub>3</sub> -N 浓度	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N 浓度	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N 浓度	PO <sub>4</sub> <sup>3+</sup> -P 浓度	浮游植物生物量
原生动物生物量	0.719 *	0.524	-0.111	-0.815 *	0.642	0.701	-0.608	0.463
轮虫生物量	0.710 *	0.954 *	-0.483	-0.747 *	0.927 *	0.250	-0.822 *	0.938 *
枝角类、桡足类生物量	0.076	-0.197	0.566	0.324	-0.232	0.404	0.086	-0.237

3 结论与讨论

本研究结果表明,浮游植物中数量、生物量占优势的主要是隐藻,其数量、生物量可达 80% 以上。隐藻能在发塘池调查期间占优势,与自身高繁殖能力、对水温的要求不高及有机肥施放有关<sup>[6-7]</sup>。调查期间无机氮(NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)含量较低,势必会影响到浮游植物增殖,进而影响浮游动物的数量、生物量。小型浮游动物中的轮虫是鱼苗下塘初期最适口的饵料,其数量直接影响鱼苗下塘后的成活率、生长速度。本

次调查期间,加州鲈发塘池中的轮虫高峰期密度达 2 × 10<sup>4</sup> ind/L,表明发塘池底泥中蕴含了丰富的轮虫休眠卵。水温、pH 值、溶氧量、营养盐浓度及浮游植物生物量等都是影响轮虫现存量、密度动态的环境因子<sup>[8-10]</sup>。本研究结果表明,轮虫生物量与 pH 值、溶氧量、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N 浓度、NH<sub>3</sub>-N 浓度、PO<sub>4</sub><sup>3+</sup>-P 浓度密切相关,这对提高发塘池的轮虫生物量有指导意义。枝角类、桡足类也是鱼苗下塘初期的适口饵料。调查发现,轮虫高峰期后很快过渡到枝角类、桡足类占优势。浮游动物的该种变化趋势有利于鱼苗从摄食轮虫转为摄食枝角

杨晓庆,侯仔尧,常梦婷,等. 生物炭对镉污染土壤的修复研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):335-337.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.110

# 生物炭对镉污染土壤的修复研究

杨晓庆<sup>1</sup>, 侯仔尧<sup>1</sup>, 常梦婷<sup>1</sup>, 方正<sup>1</sup>, 张晋华<sup>2</sup>

(1. 南京理工大学泰州科技学院, 江苏泰州 225300; 2. 南京理工大学环境与生物工程学院, 江苏南京 210094)

**摘要:**将自制生物炭作为改良剂投入镉污染土壤中培养 42 d 后进行分析对比,研究镉的形态以及土壤 pH 值的变化情况,探讨制备条件、投加条件对生物炭修复重金属污染土壤效果的影响及其修复机理。结果表明:400 ℃热解制备的松木生物炭以 2.0% 的投加量加入 1 mg/kg 镉污染土壤,培养 42 d 可使土壤中可交换态镉含量降低 13.52 百分点,残留态镉含量升高 18.80 百分点。

**关键词:**镉污染;土壤修复;改良剂;生物炭

**中图分类号:**X53 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)06-0335-03

土壤重金属污染是指人类活动超出土壤背景承受值或者质量标准影响下的土壤中的重金属含量,导致农业生态环境恶化的现象。重金属长时间在土壤中滞留,使得土壤中不可降解的结构和功能发生变化,土壤中微生物受到抑制作用,重金属在土壤中逐渐累积,最终通过各种途径来危害人体健康。铜、镉、锌、铬、铅、镍、汞等是农田中的主要重金属,其中镉因移动性大、污染面积广、毒性强的特点而成为国内外研究的重点<sup>[1-3]</sup>。

生物炭是由生物质或化石燃料等不完全燃烧产生的含碳混合物。近年来,生物炭作为一类新型炭质材料引起广泛关注,主要是因为其在土壤改良、温室气体减排以及受污染环境修复上都展现出应用潜力。生物炭在环境中具有高度稳定

性,有很大的比表面积、孔隙率和良好的离子交换能力,使得生物炭作为改良剂具有可行性。生物炭还能保留土壤养分,影响土壤的物理性质,改善土壤。生物炭作为一种具有高度稳定性的富碳物质,能够留存至少 40% 的有机碳,从而有效发挥土壤碳汇的作用,起到了增汇减排、影响气候变化的积极作用。生物炭原料是来源广泛的生物质,其热解制备过程还能产生气、油等具有前景的替代能源<sup>[4-7]</sup>。因此,将生物炭作为改良剂吸附固定土壤中的重金属是一项具有广泛应用前景的技术。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试土壤取自南京理工大学泰州科技学院周边农田,其基本理化性质如表 1 所示。

表 1 供试土壤理化性质

pH 值	全氮含量 (g/kg)	全磷含量 (g/kg)	总铅含量 (mg/kg)	总镉含量 (mg/kg)
6.44	2.330	0.313	97.32	0.102

收稿日期:2014-07-15

基金项目:2014 年江苏省大学生实践创新训练计划(编号:201413842011Y)。

作者简介:杨晓庆(1982—),女,江苏泰州人,硕士,讲师,主要从事土壤金属污染的教学与研究工作。E-mail:yangxq0214@163.com。

通信作者:张晋华,博士,副教授,主要从事水污染控制工程的教学与研究工作。E-mail:jhzhang\_123@yahoo.com.cn。

类、桡足类,获得足够的饵料。相关分析表明,枝角类、桡足类与环境因子存在一定的相关性,但相关性不显著。施有机肥、投加大草是发塘池培育生物饵料的传统方法<sup>[11]</sup>。本次发塘过程中施加有机肥促进了轮虫增殖,但施肥频度过低;投加大草对枝角类、桡足类增殖有一定促进作用。

## 参考文献:

- [1] 李敏,安苗,叶逢春,等. 草鱼发塘池浮游生物的测定与分析[J]. 水利渔业,2008,28(1):88-90.
- [2] 国家环境保护局编辑委员会. 水和废水监测分析方法[M]. 4 版. 北京:中国环境科学出版社,2002:243-281.
- [3] 王家楫. 中国淡水轮虫志[M]. 北京:科学出版社,1961:1-288.
- [4] 胡鸿钧,魏印心. 中国淡水藻类:系统生态及分类[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [5] 章宗涉,黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京:科学出版

社,1991:333-344.

- [6] 唐汇娟. 武汉东湖浮游植物生态学研究[D]. 武汉:中国科学院水生生物研究所,2002.
- [7] 刘霞,陆晓华,陈宇炜. 太湖北部隐藻生物量时空动态[J]. 湖泊科学,2012,24(1):142-148.
- [8] Nagata T, Hanazato T. Different predation impacts of two cyclopoid species on a small-sized zooplankton community: an experimental analysis with mesocosms[J]. Hydrobiologia, 2006, 556(1):233-242.
- [9] 侯磊,王庆,杨宇峰. 珠江广州河段轮虫群落结构特征与水质生态学评价[J]. 暨南大学学报:自然科学与医学版,2011,32(3):311-318.
- [10] 陈光荣,钟萍,张修峰,等. 惠州西湖浮游动物及其与水质的关系[J]. 湖泊科学,2008,20(3):351-356.
- [11] 成永旭. 生物饵料培养学[M]. 北京:中国农业出版社,2005:121-136.