

30.6 ppm, 第 I 组为 114.0 ppm, 第 II 组为 228.0 ppm, 第 III 组为 233.3 ppm, 第 IV 组为 313.3 ppm, 第 V 组为 498.0 ppm. 粪氟含量依各组日粮中含氟水平而变化, 也呈显著相关 (图 2). 关系式为:

$$Y = 26.186 + 0.840X (r = 0.968)$$

式中  $Y$  为粪氟含量,  $X$  为日粮含氟量

5. 鹌鹑的卵氟含量

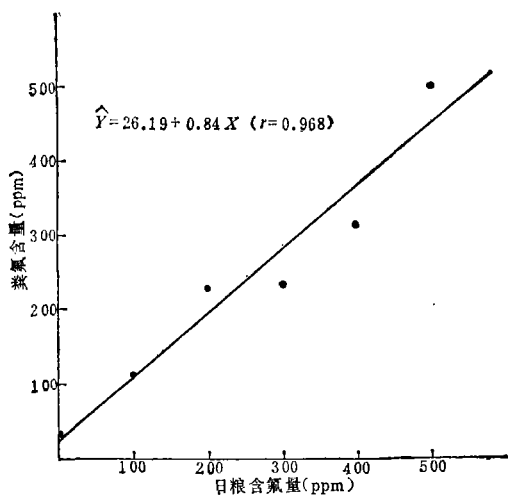


图 2 不同日粮含氟量与粪氟含量的关系曲线

鹌鹑除以粪尿排除多余的氟外, 母鹌产卵过程中也能排除氟。氟一般残留在卵的卵黄部分<sup>[4]</sup>。经测定卵氟含量也有相似于骨氟含量及粪氟含量的趋势。

## 小 结

1. 禽类有较强的抗氟能力, 鹌鹑比家鸡有更大的耐氟性。

2. 日粮含氟 500 ppm 的水平, 可使鸡体重减少, 而对鹌鹑并无影响。

3. 500 ppm 日粮氟水平, 对鹌鹑的开产时间无影响; 对卵的大小无影响, 氟不能使蛋壳变薄。

4. 鹌鹑的骨氟含量、卵氟含量以及粪氟含量是随日粮氟水平的增高而增高, 并且存在显著相关。

## 参 考 文 献

- [1] Phillips, P. H., et al., *N. A. S.-N. R. C.*, Publ. 824 (1960).
- [2] Gardiner, E. E., *Poult. Sci.*, **38**, 721—727 (1959).
- [3] 刘喜悦刘焕文, *生态学报*, **4**(1), 99—106 (1984).
- [4] Phillips, P. H. et al., *J. Nutr.* **10**, 93 (1935).

# 水生植物净化故黄河段水质效果的观察

苏 洪 山      刘 永 福

(江苏省徐州市水产养殖场)

位于徐州市区的故黄河段水面 850 亩, 1980 年以前, 年产鲜鱼近 30 万斤, 经济收入 10 余万元。自 1979 年以来, 因河两岸工厂和居民点的增多, 日排入污水量达 3 万余吨, 其中大多数为有机污水。污水负荷超过了本河段的自净能力, 使大量的有机物质积累, 造成水体的严重污染, 致使鱼类无法生存, 1981 年该河段尾鱼无收, 经济损失达 10 余万元。

为了改善本河段水质, 恢复渔业的生产能力并为发展水产、畜产及农业生产提供青饲料以及肥料, 1983 年进行了本试验。

## 一、试 验 地 点

设在该河的上游, 附近有肉联厂、禽旦加工厂、万吨冷库等。工厂废水及近万人的生活污水排入该河。

## 二、试验材料和方法

试验材料为水葫芦(*Eichhornia crassipes*)、水浮莲(*Pistia stratiotes*)以及水花生(*Alternanthera versicolor*)。于五月初放养于试验区。水温 18℃,水深 80—150cm。试验面积为 20 亩。放养水葫芦 600 斤、水浮莲 7000 斤、水花生 600 斤。放养时在试验区距岸 20 米处设置木桩支柱,再用毛竹扎成框固定在桩上,而后将供试材料放于框内,以防止风浪冲击影响生长繁殖。在生长的过程中还根据生长情况进行适时稀疏扩大种植面积。放养后定时、定点采样测定水质变化及水生植物吸收积累各种物质成分。7 月至 10 月间每日两次对水色、水味进行感官测定。水质分析按环境监测标准分析方法测定:水溶解氧用 TH-Z 型溶解氧仪进行连续测定。每周三次定时、定点采样用酸性高锰酸钾法测定 COD;氰化物用异烟酸比色法测定;挥发酚用 4-氨基安替比林比色法测定;汞用冷原子吸收法测定;铜、锌、铅、镉均用原子吸收分光光度法测定。供试植物含水量和产量用重量法测定。整个试验采用自然水复合污染现状分析研究的方法。

## 三、结果分析

为了证实水生植物对水质的净化作用,首先对试验区和对照区的水质作全分析,并将 1981 年、1982 年度靠近试验区下游庆云桥处的水质分析数据为对照,同时作了有草区与无草区定时、定点采样分析变化的情况。从分析结果(表 1、2)可看出在试验区即有草区和无草区的  $BOD_5$  (五日生化需氧量)和 COD (化学耗氧量)的降低速度是 5—6 月 < 7—8 月 < 9—10 月。这与水生植物的生长,水温的高低有关;水温越高,水生植物生长越茂盛,其水质的净化能力也越强;水生植物净化的时间越长,其效果也越好。否则,就差。在放养水葫芦等水生植物之前对试验

区水中的溶解氧进行了六个点的测定,其测定值除一个点为 2.3 mg/l 以外,其它各点均未检出。7 月初至 10 月底对水体溶解氧的测定结果表明,由于水葫芦等水生植物的吸收、积累和分解水体中有机物质,水体中的耗氧量降低。在试验区种植水葫芦等水生植物后,水中溶解氧的测定值一般在 3—7 mg/l,最高可达 9 mg/l。经在该水域内饲养花白鲢,非洲鲫鱼等鱼种证明水中的溶解氧符合水产养殖标准。在试验区内氰化物的去除率为 100%,总硬度降低 25%,氨氮降低 60%,亚硝酸盐氮降低 88%,悬浮物降低 90%,挥发酚去除率 100%,硝酸盐氮降低 30%,重金属锌降低 95%,pH 在 6—8 之间。

水生植物对各种物质的吸收和积累情况,分别在六、七、九、十月份进行了四次定时、定点的采样分析(1)7 月份因水温适宜、水生植物生长旺盛,吸收积累量最大,对氰化物和挥发酚更为明显,各月积累量的比较顺序为 7 月 > 6 月 > 9 月 > 10 月。(2)从植物种类上看水葫芦吸收积累量 > 水花生 > 水浮莲。(3)从植物部位上看,根的吸收积累量 > 叶 > 茎,但水葫芦对氰化物和挥发酚的吸收积累量是叶 > 根。

1982 年试验区水呈黑色,具刺鼻腥臭味,未发现鱼类在此区活动。在试验区下游的 2500 米处则有大片的蓝藻形成湖淀浮于水面并腐烂发臭。水呈蓝绿色极为混浊,透明度在 20 厘米左右,造成鱼类的大批死亡。1983 年种植水生植物后,在试验区内由于水生植物的净化作用,水色由黑色逐渐变为黄绿色到无色。刺鼻的腥臭味也逐渐消失了。浮游植物和喜氧性的浮游生物也明显增加,喜食水草的草鱼,喜食浮游生物的花白鲢等鱼类在试验区内成群出现。而同距试验区 2500 米处的下游在 6—7 月份也未发现大片湖淀的形成。水色多呈黄绿色,透明度在 30 厘米左右,未发现鱼类大量死亡。

在该河段 1981 年冬到 1982 年春投放花

表 1 水葫芦等水生植物对黄河试验区水质净化作用

| 项目<br>结果<br>地点<br>时间   | CV 总<br>mg/l | CN <sup>-</sup><br>mg/l | H°<br>德国<br>度 | NH <sub>4</sub> N<br>mg/l | NO <sub>2</sub> N<br>mg/l | SS<br>mg/l | 酚<br>(挥发)<br>mg/l | DO<br>mg/l | COD<br>mg/l | pH   | NO <sub>3</sub> -N<br>mg/l | BOD <sub>5</sub> <sup>40</sup><br>mg/l | Hg<br>mg/l | Cr <sup>6+</sup><br>mg/l | Zn<br>mg/l | Cd<br>mg/l | Pb<br>mg/l | Cu<br>mg/l | As<br>mg/l | 备 注            |
|------------------------|--------------|-------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|------------|-------------------|------------|-------------|------|----------------------------|----------------------------------------|------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| 1981 年庆云桥              | 未            | 0.029                   | 20.9          | 3.8                       | 0.101                     | 46         | 未                 | 1.6        | 18.6        | 7.28 | 1.90                       | 29.3                                   | 0.0002     | 0.004                    |            |            |            |            | 未          |                |
| 1982 年庆云桥              | 0.013        | 0.005                   | 16.9          | 6.20                      | 0.14                      | 13         | 0.47              | 2.4        | 11.0        | 7.8  | 0.72                       | 19.3                                   | 未          | 未                        |            |            |            |            | 未          |                |
| 1983 年庆云桥              | 0.025        | 0.057                   | 16.41         | 9.39                      | 0.042                     | 40.0       | 0.009             | 0.4        | 37.72       | 7.2  | 0.09                       | 33.42                                  | 未          | 未                        | 0.318      | 未          | 未          | 0.215      | 未          |                |
| 1983 年黄河<br>4 月试验区     | 0.039        | 0.067                   | 18.64         | 12.18                     | 0.037                     | 68         | 0.007             | 未          | 19.12       | 6.7  | 0.06                       | 41.5                                   | 未          | 未                        | 0.012      | 未          | 未          | 未          |            | 水生植物<br>放养前    |
| 1983 年有草区<br>5-6 月(试)  | 0.026        | 0.028                   | 16.10         | 9.43                      | 未                         | 12         | 未                 | 未          | 10.20       | 6.9  | 0.10                       | 15.60                                  | 未          | 未                        | 0.007      | 未          | 未          | 1.61       | 未          | 水生植物<br>放养一个月后 |
| 1983 年无草区<br>5-6 月(试)  | 0.031        | 0.074                   | 16.82         | 11.00                     | 未                         | 32.5       | 未                 | 未          | 18.30       | 7.2  | 0.15                       | 26.24                                  | 未          | 未                        | 0.012      | 未          | 未          | 0.215      | 未          |                |
| 1983 年有草区<br>7-8 月(试)  | 未            | 未                       | 12.1          | 2.80                      | 0.011                     | 8.8        | 未                 | 4.0        | 12.6        | 7.48 | 0.02                       | 13.80                                  | 未          | 未                        | 0.009      | 未          | 未          | 未          | 未          | 水生植物<br>放养三个月  |
| 1983 年无草区<br>7-8 月(试)  | 未            | 未                       | 12.4          | 8.00                      | 0.026                     | 10.4       | 0.007             | 4.16       | 18.6        | 7.69 | 0.08                       | 22.40                                  | 未          | 未                        | 0.02       | 未          | 未          | 未          | 未          |                |
| 1983 年有草区<br>9-10 月(试) | 0.003        | 未                       | 13.59         | 3.5                       | 0.002                     | 未          | 未                 | 4.6        | 6.18        | 7.46 | 0.02                       | 5.19                                   | 未          | 未                        | 0.091      | 未          | 未          | 未          | 未          | 水生植物<br>放养五个月后 |
| 1983 年无草区<br>9-10 月(试) | 0.006        | 未                       | 13.82         | 4.20                      | 0.035                     | 15.8       | 未                 | 4.4        | 7.00        | 7.66 | 0.08                       | 6.37                                   | 未          | 未                        | 0.004      | 未          | 未          | 0.086      | 未          |                |

“未”表示未检出。

表 2 水葫芦等水生植物对黄河试验区水质净化作用

| 时间<br>类别<br>结果<br>项目           | 5-6 月       |             |             |          |          |             | 7-8 月       |          |          |             |             |          | 9-10 月   |                              |             |          |          |  | 备 注 |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|----------|----------|------------------------------|-------------|----------|----------|--|-----|
|                                | 测定 值        |             |             | 较放养前降低   |          |             | 测定 值        |          |          | 较放养前降低      |             |          | 测定 值     |                              |             | 较放养前降低   |          |  |     |
|                                | 放养前<br>mg/l | 放 养 后       |             | 有草区<br>% | 无草区<br>% | 有草区<br>mg/l | 无草区<br>mg/l | 有草区<br>% | 无草区<br>% | 有草区<br>mg/l | 无草区<br>mg/l | 有草区<br>% | 无草区<br>% | 有草区<br>mg/l                  | 无草区<br>mg/l | 有草区<br>% | 无草区<br>% |  |     |
|                                |             | 有草区<br>mg/l | 无草区<br>mg/l |          |          |             |             |          |          |             |             |          |          |                              |             |          |          |  |     |
| CN <sup>-</sup>                | 0.067       | 0.028       | 0.074       | 58       | +10      | 未           | 未           | 100      |          | 未           | 未           | 100      |          | 未                            | 未           | 100      | 100      |  |     |
| H <sup>+</sup>                 | 18.64       | 16.10       | 16.82       | 14       | 9.2      | 12.1        | 12.4        | 35       | 33       | 13.59       | 13.82       | 27       | 25.8     | Ag Cr Cd<br>Pb Cu As<br>均未检出 |             |          |          |  |     |
| NH <sub>3</sub> -N             | 12.18       | 9.43        | 11.00       | 22       | 9.6      | 2.80        | 8.00        | 84       | 34       | 3.5         | 4.2         | 71       | 65.5     |                              |             |          |          |  |     |
| NO <sub>2</sub> -N             | 0.037       | 未           | 未           | 100      | 100      | 0.011       | 0.026       | 7.0      | 29.7     | 0.002       | 0.035       | 94       | 5        | pH 值在 6-8 之间                 |             |          |          |  |     |
| SS                             | 68          | 12          | 32.5        | 82       | 67.5     | 8.8         | 10.4        | 87       | 84.7     | 未           | 15.8        | 100      | 52.2     |                              |             |          |          |  |     |
| 挥发酚                            | 0.007       | 未           | 未           | 100      | 100      | 未           | 0.007       | 100      | 100      | 未           | 未           | 100      |          |                              |             |          |          |  |     |
| COD                            | 19.21       | 10.20       | 18.30       | 47       | 4.7      | 12.6        | 18.6        | 8.4      | 3        | 6.18        | 7.00        | 67       | 64       |                              |             |          |          |  |     |
| NO <sub>3</sub> -N             | 0.06        | 0.10        | 0.16        | +40      | +166.6   | 0.02        | 0.08        | 66       | +33      | 0.02        | 0.08        | 66       | -33      |                              |             |          |          |  |     |
| BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup> | 41.50       | 15.60       | 26.24       | 62       | 36.7     | 13.80       | 22.40       | 66       | 46       | 5.19        | 6.37        | 89       | 85       |                              |             |          |          |  |     |
| Zn                             | 0.012       | 0.007       | 0.012       | 95       | +66      | 0.009       | 0.02        | 45       | +66      | 0.091       | 0.114       | 86       | +5       |                              |             |          |          |  |     |

“未”表示未检出。

白鲢等各类鱼种 110 万尾, 年底起捕成鱼 5 万斤; 1982 年冬至 1983 年春投放花白鲢等各类鱼种 120 万尾左右, 年底起捕成鱼 11 万斤。1983 年比 1982 年增收成鱼 6 万斤。种植水生植物后除净化了水质, 提高了鱼产量之外还美化了环境市容, 调节了空气并为饲养家畜、家禽及鱼类提供青饲料 400—500 万斤, 促进了畜牧业和渔业的发展。

#### 四、讨 论

1. 在有机污染的水域中, 种植水生植物具有明显的净化水质减轻水质污染的作用, 也是调节水质提高鱼产量的措施之一, 投资少, 见效快, 收益高, 效果明显。

2. 在有机污染的水面种植水生植物, 不但可以净化水质提高鱼产量, 同时也为畜、禽、鱼提供了丰富的青饲料, 并且美化了市容环境, 调节了空气, 是一举数得的事情。

3. 要因地制宜地在有机污染的水域种植水生植物净化水质, 但也要解决好与防洪、交通等方面的矛盾问题。

4. 当有大量的含重金属污染的水流入水体时, 利用此水面种出的水生植物, 在作畜、禽、鱼饲料时, 就应预先对水生植物进行分析。因水生植物对水体中的重金属具有很强的富集作用, 重金属集于植物体内, 当利用这部分水生植物饲养畜、禽、鱼时, 又将使重金属元素在这些动物体内进一步高度富集产生积累。如将这部分畜、禽、鱼产品作为食品, 将会使大量的重金属元素进入人体内, 从而带来极大的危害性。在应用这部分水生植物作为鱼、畜、禽饲料时, 要严加注意。

致谢: 徐州市环保科学研究所栗多寿、杨家骥、王淑霞同志参加了本试验并提供部分资料, 在此表示衷心的感谢。

## 大气颗粒物与 $\text{SO}_2$ 的相互作用

张秋彭 李三民 路洪荣 苏维瀚

(中国科学院环境化学研究所)

大气中的固体粒子吸附二氧化硫, 成为富集、传递二氧化硫的载体。被吸附的二氧化硫有时会与固体粒子发生化学反应, 甚至会被催化氧化, 最后形成硫酸盐。这一非均相反应过程常常与固体粒子的性能, 环境条件等因素有关。固体粒子的性能又常常取决于它的化学组分, 粒度, 比表面积、活性等。由此可见二氧化硫与固体粒子的相互作用较为复杂。因此研究固体粒子和大气中二氧化硫的相互作用对探讨二氧化硫转化及其归宿有一定的意义。

### 一、实 验

实验设备如图 1 所示。将称量过的样品置于反应器(直径约 10mm, 长约 100mm)内。实验前将样品加热至  $150^\circ\text{C}$ , 通入  $\text{N}_2$  15 分钟, 冷至室温后放入恒温水套中, 在  $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$  进行实验。

空气通过  $5 \text{ \AA}$  分子筛柱, 活性炭吸附柱去除杂质, 用转子流量计计量后进入增湿器(内装  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  等饱和溶液)。气流增湿后进入配气瓶。瓶内装有  $\text{SO}_2$  渗透管,