

太平洋西部漁業研究委員會  
第五次全体会议论文集

科学出版社

太平洋西部渔业研究委员会  
第五次全体会议论文集



# 太平洋西部漁业研究委员会 第五次全体会议论文集

太平洋西部漁业研究委员会  
中国委员专家办公室編

科学出版社

1962

## 內 容 簡 介

本文集是太平洋西部漁业研究委员会的成員国——中国、苏联、朝鮮、越南、蒙古五国专家在第五次全体会议上宣讀并經過討論的研究論文,包括海洋漁业、淡水漁业、海洋动物区系、海洋学、鱼类及海洋生物的生长繁殖、海产品的加工貯藏、漁业資源的馴化、繁殖和保护等方面共 46 篇汇编而成,以供水产工作者、海洋生物工作者、生物学研究工作者参考之用。

### 太平洋西部漁业研究委员会 第五次全体会议论文集

太平洋西部漁业研究委员会  
中国委員专家办公室編

\*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

\*

1962 年 12 月第 一 版

书号: 2643

1962 年 12 月第一次印刷

字数: 385,000

(京) 道: 1—100

开本: 787×1092 1/18

报: 1—750

印张: 18 2/3 插图: 3

定价: 2.80 元

# 目 录

## 一、中国方面的学术报告

1. 鱼类水霉病的研究.....倪达书等 (1)
2. 工业废水对鱼类影响研究.....张甬元等 (5)
3. 中国海无脊椎动物区系及其经济意义.....张 璽等 (13)
4. 海带的氮素吸收研究.....曾呈奎等 (21)
5. 縊鱈 *Sinonovacula constricta* (Lamarck) 半人工采苗中附着期的预报.....王中元 (33)
6. 虫紋圓魴肝油的医用問題.....侯文璞 (40)
7. 北部湾紅魚 *Lutianus erythropterus* Bloch 生物学特性和紅魚漁业的研究 .....  
.....张仁斋等 (46)
8. 白鯪的生长发育和人工繁殖.....鍾 麟 (54)
9. 金霉素冰用于拖网漁輪上的保鲜效果研究.....駱肇蕓等 (67)
10. 渤海南部秋季对虾生殖习性的探討.....韓光祖 (78)
11. 延长鲤鱼 *Cyprinus carpio* L. 精子寿命的研究.....王云祥 (88)
12. 北京十三陵水庫(1958—1959年)漁业生物学調查研究报告.....张世义等 (107)

## 二、苏联方面的学术报告

1. 水庫用漁具的漁捞技术评价.....М. П. 科瓦列娃 (133)
2. 淡水水域用无脊椎动物馴化餌料的工作现状及其远景.....Ц. И. 約菲 (137)
3. 黑龙江鱼类寄生虫与魚病.....Ю. А. 斯特列尔科夫等 (144)
4. 保护漁业水域不受工业污水染污.....А. Г. 古雪夫 (148)
5. 苏、越漁业調查团 1960 年工作的初步总结..... (159)
6. 发展远东水产品加工事业的新方向.....И. В. 基捷維杰尔 (176)
7. 远东鱼类盐腌的理論和实践.....И. П. 列瓦尼多夫 (184)
8. 保持鮮魚(原魚)质量的方法.....О. М. 麦利尼科娃 (192)
9. 海带的人工烘干和冷冻.....И. П. 列瓦尼多夫等 (196)
10. 氯四环素抗生素延长鮮魚保藏時間的应用.....Ю. А. 拉維奇-謝尔波等 (203)
11. 利用  $\gamma$  射綫保藏魚产品.....А. В. 卡尔达什夫等 (208)
12. 冻魚的抗氧化剂掛冰研究.....Р. Р. 彼列勃烈得契克 (215)
13. 利用魚类的某些內脏提取医药制剂.....Н. Е. 尼古拉耶娃等 (222)
14. 日本海水位的非周期变动(提綱).....Л. И. 加列尔金 (233)
15. 利用計算的方法研究日本海水的总循环(提綱).....Ю. 巴甫洛娃 (234)
16. 海洋中的高生物区(提綱).....В. Г. 波戈罗夫 (235)
17. 海洋調查船和調查方法(提綱).....Н. 斯索耶夫 (236)
18. 中国海洋与淡水鱼类单殖吸虫的研究概况.....Б. Е. 貝霍夫斯基等 (239)

19. 中国各海沿岸动物区系在世界大洋动物地理区划中的地位..... Е. Ф. 古里揚諾娃 (240)
20. 海南島几种最主要的珊瑚礁类型..... Л. В. 納烏莫夫等 (244)
21. 海南島双壳类軟体动物斧蛤属的生物学(II)..... О. А. 斯卡拉脫等 (251)
22. 海南島近岸浮游生物的季节变动現象..... А. А. 斯特列尔科夫等 (259)
23. 中国南海无脊椎动物細胞耐温性的研究..... А. В. 日尔蒙斯基 (262)
24. 江河径流調节对經濟魚类繁殖的影响..... Н. И. 科仁 (273)
25. 波罗的海鲱在咸海的馴化..... Н. Е. 貝科夫 (277)
26. 貴重經濟魚类在苏联水庫里放养的结果..... А. И. 伊薩也夫 (289)
27. 黄海鱈魚 *Gadus macrocephalus morfa nova* (提綱)..... А. Г. 卡岡諾夫斯基等 (292)
28. 黄海鲱魚(提綱)..... А. Г. 卡岡諾夫斯基等 (295)

### 三、朝鮮方面的学术报告

1. 朝鮮东海沿岸的現行漁业..... 朝鮮东海水产研究所 (298)
2. 朝鮮东海秋刀魚的研究..... (302)
3. 虹鱈魚的放养密度与提高产量的关系..... 金尙一 (307)
4. 海州湾黄花魚产卵量数量的变动..... 郑义洗 (313)

### 四、越南方面的学术报告

1. 南定(越南北方)的紅支流宁机河魚类区系的初步研究..... 陶文进等 (319)
2. 越南的魚露加工..... 阮家亮等 (326)



# 魚类水霉病的研究

倪达書等

(中国科学院水生生物研究所)

近几年来在魚类养殖事业和副食品供銷部門,經常遇到一种难以解决的問題:即放养的魚种,圈养的亲魚和产的魚卵以及圈养供应市場的商品魚,常常受到水霉菌的寄生而遭受重大的損失,尤其对于备作池塘产卵用的亲鯉和青、草、鲢、鱅四种主要飼养魚类的亲魚,当其受水霉菌严重的感染时,往往不能完成其产卵的任务,因而影响了試驗研究的順利进行和生产指标的完成。产出的魚卵在孵化过程中也往往受水霉菌的侵染,使孵化率大大地降低,这样不但不能按計劃完成生产任务,也在一定程度上影响了国民經济的发展。因此,迅速找出控制水霉病的办法和探索发病的机制以彻底解决生产上的問題,便成为魚病工作者迫不及待的任务。

关于水霉病的研究,过去在国外虽已进行了很久,專門的著作和論文也发表了不少,但大多偏重于水霉菌的分类,或仅述及某一病例的葯物防治,全面地、有系統地研究,至今尚不多見。

国内的魚病工作者,近年来也进行了一些試驗,获得了一些成績,但距彻底解决水霉病的防治,还有一定的距离。

在党的总路綫光輝照耀下,和文教科学事业全面大跃进的鼓舞下,我們鼓足干劲,分工协作,进行了魚类水霉病的分离、培养、分类、感染和防治等試驗工作,并对水霉病的病理和发病机制也作了系統的观察,茲将工作的初步結果摘要如下。

## 一、分离培养

从着生水霉菌的病魚体上取下一部分菌絲,先在胶冻培养基上培养 48 小时(室溫),割取一个孢子囊接种在煮熟消毒过的黄豆叶子上或大麻子(Hump seed)上,待其长出有性的生殖器官后,进行活体鉴定和感染接种試驗。

## 二、分类和形态

1. 魚体上常見的水霉 寄生于魚体的水霉菌主要隶属水霉和綿霉 2 属,从 59 个

分离培养样品中,经过观察鉴定,共发现水霉菌2种,其中一个是新种,另有绵霉一种,因始终没有培养出有性器官,尚无法定名。

(1) 独霸水霉 (*Saprolegnia monoica* Pringsheim, 1858) 在湖北地区22个样品中有18个属于这一种,不论用黄豆或大麻子培养,都很容易长出有性生殖器官来,是鱼体上最常见的水霉菌之一。

(2) 菱湖水霉,新种 (*Saprolegnia linhuensis* sp. nov. Nie) 模式标本寄生在菱湖草鱼种的尾柄上,病鱼尾鳍已经脱落。植物体生长很茂盛,枝粗而直,孢子囊长棍棒形,有两叉或三叉的形式:休眠体 (Gemma) 多在枝的顶端形成,很粗大,直径达180 $\mu$ ,圆形,体壁带有密致的波状皱纹。藏卵器70—90 $\mu$ ,具有很多显著的回窝;卵直径20—22 $\mu$ ,光滑,油脂中央式。藏精器与藏卵器同枝,但并非所有藏卵器都有藏精器,有的也不止一个。

菱湖水霉与独霸水霉的主要区别,在于有两叉和三叉的孢子囊,休眠体的胞壁有波状皱纹,以及藏卵器的回窝很多。

(3) 绵霉的一种 (*Achlya* sp.) 从鱼体上分离得一种绵霉,经过多次和长期的培养,只出现孢子囊而不见有性器官出现,因而尚难确定其种名。

**2. 鱼卵上常见的水霉** 采用金鱼鱼卵为试验材料,从7批感染试验中,分离鉴定出两个菌种。

(1) 独霸水霉 (*Saprolegnia monoica* Pringsheim, 1858) 其形态与鱼体上寄生的独霸水霉没有明显的区别。

(2) 凶险水霉 (*Saprolegnia ferax* (Gruith) Thurot, 1950) 其形态与模式标本无甚出入。

### 三、感染试验和生态观察

为使大批健康鱼种感染水霉菌,以进行生态观察和获得试验材料,我们采用针束刺伤、刀片割伤或铁丝网擦伤的办法使鱼体表皮受伤,但不伤及肌肉。从多次试验中找出以铁丝网轻擦鱼体的办法,既可保证鱼体不致因受伤过重而引起死亡,同时又可获得较高的感染率。在感染试验中除人工擦伤鱼体外,并于每一试验缸中再接种水霉菌,即自患病鱼体上取下适量活菌置于水中,就更能保证感染成功。

水霉病的感染试验在不同的季节和不同的水温下,其结果也不同,在冬季和初春,当水温在15℃左右时,鱼体擦伤接种后3—5日就可以长出茂密的菌丝体。当春末水温达到25℃左右时,被感染的鱼种往往因伤口受细菌的侵入而死亡;到了夏季水温达到30℃时,则感染试验大部分都不能成功,主要是因伤口溃烂,材料鱼迅速死



亡,因此水霉病的試驗只宜于在冬季和初春时节进行,夏秋二季因水温太高,病魚迅速死亡,达不到試驗的預期效果。

其次,水中 pH 值的高低与水霉菌的生长也有密切的关系,在微带酸性或碱性 (pH 6.2—7.8) 的水質中,水霉菌生长良好,而在酸性較強 (pH 5) 或碱性較強的水質中 (pH 9 以上),水霉菌就停止生长或生长极为緩慢。

从多次的感染試驗中可以看出,只有当魚体体表受到損伤以后,不論机械的或因寄生虫的侵袭而引起的創伤,都能成为水霉菌孢子发芽的温床,而健康的和表皮完整无缺的魚体虽与严重的水霉菌病魚混养在一起,也不会感染水霉病。

#### 四、病理观察

用作病理观察或組織切片的材料魚,大都是魚池中自然发生的水霉病患者,少数取用人工感染的病魚作为比較。組織切片材料以 Bouin's Fluid 或 Flemming 固定液来固定,切片厚 10—20 $\mu$ ,分別以苏木精、伊紅、Flemming 三套染色法和番紅、亮綠复染法染色,加拿大树胶封固。

水霉菌的动孢子碰到魚类有机体上的坏死組織,就能迅速地发芽、生长和分枝蔓延。一般在水温 15℃ 左右,3—5 日就长成灰白色絮花状的綜錯交叉的菌絲体,此时菌絲与受伤的細胞纏繞粘附,并不断分泌蛋白質分解酶,使組織坏死面积繼續扩大,魚体也日益瘦弱,当水霉寄生面积达体表的 1/4 左右,或水霉面积虽小而受細菌侵染造成潰烂时,病魚游动迟緩,食欲減退,数日內即行死亡。

水霉菌菌絲除向外迅速生长外,其向內部分一般不深入皮下組織,但当魚体表皮遭受严重破坏,伤口深入肌肉时,則該处的菌絲可以延伸至肌肉层中,可是一旦病魚死后,菌絲就迅速而广泛地伸入肌肉层中,从切片标本上可見散漫状的菌絲分布。因此在生活的魚体上,菌絲是否深入皮下組織之內,完全决定于魚体損伤坏死的程度,生活着的組織細胞不遭受水霉菌的感染。

患水霉病的病魚,其致病和死亡的原因主要由于:(1)水霉菌不断地分泌蛋白質分解酶,使伤口难以愈合,并破坏了魚体正常渗透压的均衡,繼續坏死周围的組織,蔓延扩大。表皮組織失去了保护机体的能力。(2)在魚体上不断蔓延的坏死部位,給水体中有害的微生物打开了入侵的門戶,致使坏死部分发炎腐烂,病情迅速恶化。終致病魚死亡。

#### 五、防治試驗

1. 魚体水霉病防治試驗 (1)預防試驗:預防受伤的魚种发病,我們采取小型試

驗和魚池試驗穿插進行，先後共進行了五百余次試驗，其中包括物理性的處理、化學性的處理以及生物學的處理方法。在試驗過程中，是以高濃度藥物為病魚洗浴和低濃度長時間浸養病魚或二者相結合的辦法來進行的，經過反復的試驗找出了有效的預防藥物。

(2) 治療試驗：同預防試驗一樣，用物理的、化學的、生物的方法共進行了一百余次試驗，結果試出了有效的方法，特別是對初發的水霉病效果極好，但對後期的水霉病則尚不能治愈，這尚待今後進一步探索。

**2. 魚卵水霉的預防試驗** 對於魚卵孵化期間的水霉病也進行了多次的預防試驗，結果找出用抗菌素 1676-A 處理的魚卵，包括活卵和死卵，都不生水霉，對於預防魚卵水霉有極良好的效果。

## 六、魚卵發生水霉的機制的初步觀察

經過多次的觀察，在魚卵孵化過程中，只發現死卵上着生水霉，而活卵上則從未見其寄生。有的學者認為水霉菌是在活卵時着生上去，然後使魚卵死亡，認為魚卵水霉是寄生性的。為了弄清楚究竟魚卵水霉是寄生性還是腐生性的問題，我們進行了一系列的試驗，根據初步的結果，我們認為魚卵的水霉菌是腐生性的，是在魚卵死后着生上去的。因此，在魚業生產實踐中，如能提高和改良魚卵孵化的操作技術，避免卵的死亡，就會杜絕水霉病的發生。

# 工业废水对鱼类影响研究

张甬元 聞根芳 惠嘉玉 黄建昭

(中国科学院水生生物研究所)

自大跃进以来,随着我国工业的飞跃发展,旧有工厂企业生产力不断扩大,新的工厂又不断建立,随之各种生产废水激增。这些废水排入江河、湖泊和水库,对水体带来了不同程度的污染,而对渔业生产发生了严重的危害,随废水排出之各种有毒的物质,将导致鱼病、使鱼肉变味、破坏鱼类洄游路线和产卵场以及破坏食料基础等。因此,研究废水对鱼类及其他水生生物的影响,从而制订出合理的养鱼水体废水排放标准,具有极其重要的意义。

本文将最近进行的含酚废水、造纸废水和染料厂废水对鱼类的毒性、对水体污染情况以及它们的排放问题,加以记述和讨论。

## 一、含酚废水对鱼类的影响

含酚废水主要是由炼焦厂、煤气厂、冶金工厂的煤气发生站以及炼油等工厂所排出,由于所应用的原料性质和生产过程不同,废水的组成十分复杂,且差别甚大。但这些废水主要是被酚和油类(如焦油)所污染,此外尚含大量的氨和其他有机物质,具有很高的生化需氧量值,同时还含有很重的焦油气味。

在上述工厂所排出废水中的酚主要是树脂酚,其毒性要比纯酚大得多,树脂酚对鱼的致死浓度约为 0.2 毫克/升,而纯酚则为 6 毫克/升左右 (H. A. Мосевич)。A. T. Пажитков (1937) 曾以纯酚和冶金工厂炼焦废水进行了对鱼类影响试验指出,含酚废水能影响鱼类体重的增加,当鱼在含树脂酚 1.8 毫克/升的稀释液中,十天后失重 10.16%;含树脂酚 0.9 毫克/升时,失重 4.55%;而在含酚为 8 毫克/升时,十天后体重却增加 3.62%;显然树脂酚的毒性要比纯酚强得多。

实验指出,当能对鱼发生危害时的浓度,同样能抑制鱼卵的胚胎发育。

不同种类的酚所呈现的毒性又有很显著的区别,某些酚类的衍生物如五氯酚钠对鱼剧毒,当其浓度为 0.04 毫克/升时,即有毒害作用 (C. A. Berka, 1958)。

此外,含酚废水在水体中的浓度虽未达到足以使鱼致死或使鱼类回避的程度,但

由于酚类在魚体内特別能在脂肪組織中积聚,而使魚肉发生气味,降低魚肉的质量,甚至不能作为食用。Збелинг (1939—1940)指出当酚的浓度为 0.02—0.03 毫克/升时,魚肉味道即将变坏。G. Boeticus (1954) 曾指出,当含氯酚为 0.01 毫克/升时,魚体能积聚这种物质而产生不愉快气味。1958、1959 年嫩江由于被含酚废水所污染,除了魚类大量死亡外,捕获的活魚都有所謂“气油”味,曾分析了烏苏里鮠和鯰魚,其肌肉中含酚量分別为 0.24 毫克/100 克和 0.192 毫克/100 克。

含酚废水中含有大量的有机物质,当其在水体中分解时消耗大量氧气,使水中溶氧量降低,恶化了魚类的的生活条件,而且当溶氧量降低时酚的毒性也随之增大。因此在冬季冰封的河流中含酚废水对魚类的危害性比开封期为严重,东北第一松花江和嫩江过去每年春初开封时,发现大量死魚,显然与上述双重影响有关。

含酚废水除了上述危害外,还可以通过魚类的食料——浮游生物的影响来危害漁业,水蚤在繁殖期对酚废水比較敏感,能影响它們的繁殖力。搖蚊幼虫对酚废水的忍受度与魚类差不多(Н. А. Мосевич, 1952)。

我們曾将某煤气发生站的含酚水进行了毒性試驗,其結果見表 1、2。

表 1 含酚废水对魚\*的毒性試驗

| 浓度 \ 观察时间 | 4 时    | 8 时 | 12 时 | 1 天 | 2 天 |
|-----------|--------|-----|------|-----|-----|
| 10%       | 7 分钟全死 | 0   |      |     |     |
| 5%        | 2**    | 0   |      |     |     |
| 3%        | 5      | 3   | 2    | 2   | 0   |
| 1%        | 5      | 5   | 5    | 4   | 3   |
| 0.5%      | 5      | 5   | 5    | 5   | 5   |

\* 以鯉魚苗作試驗材料,以下同。

\*\* 表中的数字系魚活存数,以下同。

表 2 含酚废水对精藻的毒性試驗

| 浓度 \ 数量 | 1%                      | 5%               | 15%              | 25%              | 50%              | 100%             |
|---------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 日期      | 基 数<br>$88 \times 10^4$ | 同左               | 同左               | 同左               | 同左               | 同左               |
| 9/IV    | $65 \times 10^4$        | $62 \times 10^4$ | $64 \times 10^4$ | $42 \times 10^4$ | $52 \times 10^4$ | $41 \times 10^4$ |
| 14/IV   | $60 \times 10^4$        | $52 \times 10^4$ | $27 \times 10^4$ | $19 \times 10^4$ | $19 \times 10^4$ | $9 \times 10^4$  |
| 15/IV   | $253 \times 10^4$       | $51 \times 10^4$ | $28 \times 10^4$ | $22 \times 10^4$ | $26 \times 10^4$ | $18 \times 10^4$ |
| 20/IV   | $207 \times 10^4$       | $41 \times 10^4$ |                  |                  |                  |                  |
| 23/IV   | $356 \times 10^4$       | $34 \times 10^4$ |                  |                  |                  |                  |

废水中含酚量 79.05 毫克/升,由表 1 可見魚类当稀释度超过 0.5% 时即能在 48 小时内发生危害,比时相应含酚量为 0.39 毫克/升。对浮游植物和浮游动物则当超

过 1% 时, 其含酚量为 0.70 毫克/升。同时从松花江的調查証明少量的树脂酚在水中, 极为稳定, 不易分解, 甚至在离排废水处下游 300 余公里处酚的含量仍很显著。从上述結果与其他作者的結果极为相似, 对鱼类和其他水生生物具有較大的毒害作用。

当含酚废水向漁业水体排放时, 为了不致使魚肉产生气味, 保証魚的质量, 因此在水体中含酚量不应超过 0.01 毫克/升。废水經漂白粉处理后能产生氯酚嗅, 則表示废水中有較简单的酚类存在, 如果在排放这种废水的水域, 要建立飲水水源, 那末, 应按卫生标准的要求来进行处理。因为在含酚废水中含有大量的有机物质, 所以在排入水体后必須要能保証, 水域中有足够的溶氧, 滿足魚类正常生活的要求。一般水体中应保持有 6 毫克/升溶氧。而废水中允許向水体排放的生化需氧量可依下式計算。

$$L = 1.8 \frac{\alpha Q}{q} (O_p - 0.55 DP - 6) - 10.9$$

式中:  $L$  = 废水中允許排入的生化需氧量(克/米<sup>3</sup>)

$Q$  = 江水最小流量(米<sup>3</sup>/日)

$q$  = 废水最小流量(米<sup>3</sup>/日)

$O_p$  = 在未受污染处江水中最低含氧量(克/米<sup>3</sup>)

$\alpha$  = 混合系数

$DP$  = 在未受污染处江水的生化需氧量(克/米<sup>3</sup>)

0.55 = 由 5 日生化需氧量換算成 2 日的系数。

## 二、造纸废水对魚类的影响

造纸工业的废水随造纸原料及生产工艺过程不同而性質有很大区别, 一般造纸废水的特点是含有大量的纖維、苛性碱、硫化物、硫酸盐、亚硫酸盐、木质素、糠醛和松脂等。废水有极高的生化需氧量和 pH 值。

由于在废水中有大量的有机物质排入水体中, 因此, 大量地消耗水中溶氧, 这是造纸废水对漁业水体危害的一个主要方面。同时废水中尚有碳水化合物存在, 从而能导致水体中的細菌大量繁育。尽管細菌对魚类不会发生直接毒害, 但它們能阻塞魚鳃, 使魚窒息(В. В. Громов)。其中有些菌能在較硬的物体上生长, 例如使魚网形成很难洗脱的胶状污染物。Pawlinowa (1952) 研究指出, 在夏季生长的污染物主要是 *Sphaerotilus natans* 在冬季主要是 *Leptomitus lacteus*。

造纸废水除了影响水质环境外, 并且直接对魚有很強的毒害作用, 这与废水中存

在有各种有毒物质有关,比如,硫化物碱、木质素、松节油……等。R. F. M. Berthier (1957)在研究松节油对鱼的毒性时曾指出在造纸厂黑液中尚存在有微量的毒性很大的有机硫化物。糠醛浓度在5—10毫克/升时能使鳃和肝出血。B. B. Громов (1956)研究叶玛河指出,由未经处理或处理不完善的造纸废水的污染,使鱼引起身体充水、鳞片竖起等症状而致死,我们在松花江也发现有同样的死鱼症状。M. Fujiga等以不同浓度废水作鱼血清电泳图谱来鉴定造纸废水对鱼类的生理影响,指出当废水稀释到以化学耗氧量计为20—50毫克/升时,对其正常的生理功能就有影响。显然,造纸废水中某些毒物能透入体内,破坏新陈代谢,严重者使鱼致死。

我们以造纸厂的废水进行了对鱼及其他水生生物的毒性试验,结果见表3,4,5,所用的水样是取自该厂的总排出口,系黑液和白液混合废水。

表3 造纸废水对鱼的毒性

| 浓度 \ 时间 | 4 小时 | 8 小时 | 12 小时 | 1 天 | 2 天 |
|---------|------|------|-------|-----|-----|
| 5%      | 0    |      |       |     |     |
| 3%      | 0    |      |       |     |     |
| 2%      | 5    | 0    |       |     |     |
| 1%      | 5    | 5    | 5     | 5   | 5   |

表4 造纸厂废水对水蚤毒性

| 浓度  | 水蚤生活情况         |
|-----|----------------|
| 1%  | 第三天死去二个        |
| 5%  | 第二天死一个第三天全死    |
| 15% | 第二天全死          |
| 25% | 接种后一小时开始死三小时全死 |

表5 造纸厂废水对栅藻的毒性

| 浓度 \ 数量 | 1%                     | 5%  | 15% | 25% | 35% | 50% | 75% | 100% |
|---------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 日期      | 基数<br>$88 \times 10^4$ | 同左  | 同左  | 同左  | 同左  | 同左  | 同左  | 同左   |
| 9/IV    | 54*                    | 48  | 48  | 58  | 47  | 48  | 30  | 35   |
| 12/IV   | 103                    | 175 | 220 | 236 | 199 | 84  | 70  | 53   |
| 15/IV   | 206                    | 206 | 292 | 269 | 260 | 209 | 105 | 64   |
| 20/IV   | 244                    | 280 | 303 | 344 | 370 | 325 | 265 | 211  |
| 23/IV   | 288                    | 404 | 380 | 443 | 392 | 362 | 212 | 238  |

\* 表列数字乘  $10^4$  为藻类细胞的数量。

对鱼类来说,1%的稀释度,在48小时对鱼方为安全,而对水蚤则要低于1%,从废水对栅藻影响试验来看,在一定稀释度时对藻类的生长只有一定的刺激作用,当稀

释度分别为 5—35% 时,二星期后栅藻的細胞数比基数增加 8—9 倍。从被此造纸厂废水所污染的松花江水质調查情况来看,在排出口一公里附近,浮游生物数量大大减少,总細菌数和纖維分解菌数量有很大增加;离排出口約六公里下游,則浮游植物数量急速上升,同时在河床底部由于纖維其他有机物的沉积,使底栖生物大量繁殖,其中主要是颤蚓、卷扁螺和搖蚊幼虫。

严重污染現象一直延續 70 公里以外,在污染江段上打魚的魚网上会附着一种难以洗脱的胶状物,因为废水的污染,大量死魚,在有些死魚的鰓上常可看到沾附有纖維状物。显然,大量死魚除了废水中的毒物作用外,尚有由于废水促使細菌繁殖,而附生于魚鰓之故。毒性試驗得出,取自造纸厂总排出口之废水,必須稀釋 200 倍以上才不致危及魚类及其食料——无脊椎动物。不过这个稀釋度仅表示对魚类免除直接毒害,但这样的稀釋度所带入有机物的量仍可能使水体形成致魚死亡的条件,因此造纸废水必需加以完善的处理才能排入水体。

在考虑造纸废水排入水体时,必需保証水中有足够的溶氧量,即 6 毫克/升。允許排放的生化需氧值为同第一节計算公式計算,由于废水有大量的悬浮物(主要是纖維)逐漸沉积影响底質,所以排入悬浮物量,在第一类水体中不得比原来水中悬浮物增加 0.25 毫克/升,第二类水体不得超过 0.75 毫克/升。排入水中糠醛含量不准超过 5 毫克/升,酸碱度不得超过 pH 6.5—8.5 范围,同时当废水排入水体后应保証水体不产生顏色和气味。

### 三、染料厂废水对魚类的影响

胺基化合物和硝基化合物特别是其中的苯胺和硝基苯是一般染料厂废水中常見的毒物,随废水排出还有有机酸类和大量无机酸和各生产过程的中間产物以及有很高的生化需氧量(可以高达 5000 毫克/升以上)。

染料厂废水对魚类的毒性很大,以我們进行試驗的染料厂为例,其中对魚危害严重的为苯胺,硝基苯,有机酸和无机酸。苯胺,硝基苯能毒化血液,影响血液的正常生理功能,破坏組織中的蛋白質和影响魚的神經系統使魚麻痹致死(И. Г. Шупаков, 1956)。由于无机酸引起过低的 pH,对魚具有很大的毒性,这可能是由于无机酸能使魚鰓上的粘膜凝結,而影响气体交换,使魚窒息致死,同时有些难离解的酸类(如次氯酸、鞣酸及其他一些有机酸)也可能透过魚体組織而影响血液的 pH,在这种情况下酸类将影响血液与二氧化碳結合能力<sup>[10]</sup>,从而对整个机体呼吸代謝发生障碍。假如水体不致遭受到一种废水的污染,那末 pH 值降低将会增加其他毒物如氰化物及重金属等的毒性,例如当 pH 值下降 1.5 单位时,氰化物的毒性将增加 1,000 倍<sup>[10]</sup>。过低的



pH 同样会抑制其他水生生物的生长和发育,影响水体生产力。

我們以某染料厂总排出口的废水作了毒性試驗,其結果如表 6、7。

表 6 某染料廠廢水对魚类的毒性(未調整 pH)

| 濃度 \ 時間 | 4 小 時  | 8 小 時 | 12 小 時 | 1 天 | 2 天 | pH   |
|---------|--------|-------|--------|-----|-----|------|
| 5%      | 6 分鐘死亡 | 0     |        |     |     | 2.85 |
| 3%      | 同上     | 0     |        |     |     | 3.05 |
| 2%      | 同上     | 0     |        |     |     | 3.35 |
| 1%      | 4      | 3     | 2      | 0   |     | 5.00 |
| 0.5%    | 5      | 5     | 5      | 5   | 4   | 6.05 |
| 0.3%    | 5      | 5     | 5      | 5   | 5   | 6.10 |

表 7 某染料廠廢水对魚类的毒性(調整 pH)

| 濃度 \ 時間 | 4 小 時 | 8 小 時 | 12 小 時 | 1 天 | 2 天 |          |
|---------|-------|-------|--------|-----|-----|----------|
| 5%      |       | 0     |        |     |     | 6.45—7.2 |
| 3%      |       | 2     | 1      | 1   | 1   | 同上       |
| 2%      |       | 5     | 5      | 4   | 4   | 同上       |
| 1%      |       | 5     | 4      | 4   | 4   | 同上       |
| 0.5%    |       | 5     | 5      | 5   | 5   | 同上       |
| 0.3%    |       | 5     | 5      | 5   | 5   | 同上       |

废水的 pH 值为 2.6, 苯胺为 63.5 毫克/升, 硝基苯为 24.9 毫克/升。由表中可見废水具有很強的毒性, 当稀釋度超过 0.3% 时, 相应苯胺为 0.19 毫克/升, 硝基苯 0.07 毫克/升对魚尚有影响。并且很显然 pH 加剧了废水的毒性, 自試驗液 pH 被調整到 6.45—7.2 时, 毒性显著下降, 当稀釋度超出 1% 左右才发生影响 (相应的苯胺为 0.63 毫克/升, 硝基苯 0.249 毫克/升)。同样浓度为 1% 时, 对藻类 (以栅藻为材料) 的生长发生严重的影响。

以苯胺和硝基苯的单一物質对魚毒害試驗結果, 白鲢分别为 1.84 和 3.83 毫克/升, 而魚苗則对苯胺的安全浓度为 0.511 毫克/升。

基于上述結果, 向水体排放这类废水时, 一方面要考虑不致使魚直接中毒, 另一方面要防止毒物在低浓度时影响正常的新陳代謝机能而使魚的生长受抑制; 根据現有的資料, 苯胺和硝基苯在水体中最高浓度不得超过 0.1 毫克/升, 当废水排入水体中 pH 不得低于 6.5, 同时不能使水体发生顏色和气味。允許排入生化需氧值依第一节公式計算之。

此外, 象农葯厂的废水对魚类同样具有很高的毒性。在其他工业废水中經常遇見的主要毒物对魚类 (白鲢) 及魚苗的毒性如表 8、9 所示。表中所列結果仅指单一的

有毒物質对魚类不致急性中毒而言,尙不能代表长期积累后引起的慢性中毒,和若干种混合毒物的毒性,因此全面考虑工厂废水对漁业影响时必须注意此点。同时,今后应该进一步开展关于毒物通过机体內所引起的反应研究,作出合理的估价,以便更正确地制訂排放废水的标准。

表 8 金屬盐类对白鲢和魚苗致毒試驗結果

| 白 鲢                          |                                                 |                   | 魚 苗                          |                                                 |                   |
|------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|
| 离 子                          | 毒 物 名 称                                         | 安 全 浓 度<br>(毫克/升) | 离 子                          | 毒 物 名 称                                         | 安 全 浓 度<br>(毫克/升) |
| Hg <sup>++</sup>             | HgCl <sub>2</sub>                               | 0.018             | Hg <sup>++</sup>             | HgCl <sub>2</sub>                               | 0.001             |
| Ag <sup>+</sup>              | Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 0.032             | Ag <sup>+</sup>              | AgNO <sub>3</sub>                               | 0.0032            |
| Cu <sup>++</sup>             | CuSO <sub>4</sub>                               | 0.1               | Cu <sup>++</sup>             | Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 0.0065            |
| Zn <sup>++</sup>             | ZnSO <sub>4</sub>                               | 0.32              | Zn <sup>++</sup>             | Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 0.24              |
| Cd <sup>++</sup>             | CdSO <sub>4</sub>                               | 0.32              | Cd <sup>++</sup>             | Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 0.1               |
| Ni <sup>++</sup>             | NiSO <sub>4</sub>                               | 1.0               | Ni <sup>++</sup>             | Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 0.5               |
| CO <sup>++</sup>             | CO <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 1.8               | CO <sup>++</sup>             | CO(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 1.37              |
| Pb <sup>++</sup>             | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 5.6               | Pb <sup>++</sup>             | Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 36                |
| As <sup>++</sup>             | Na <sub>2</sub> HASO <sub>3</sub>               | 5.6               | As <sup>+++</sup>            | Na <sub>2</sub> HASO <sub>3</sub>               | 5.6               |
| Ti <sup>+++</sup>            | TiCl <sub>3</sub>                               | 7.5               | Ti <sup>+++</sup>            | TiCl <sub>3</sub>                               | 4.2               |
| Fe <sup>++</sup>             | FeSO <sub>4</sub>                               | 10                | Fe <sup>++</sup>             | FeSO <sub>4</sub>                               | 9.0               |
| Al <sup>+++</sup>            | Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | 10                | Al <sup>+++</sup>            | Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | 4.2               |
| Sn <sup>++</sup>             | SnCl <sub>2</sub>                               | 10                | Sn <sup>++</sup>             | SnCl <sub>2</sub>                               | 18                |
| Cr <sup>+++</sup>            | Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>               | 13.5              | Cr <sup>+++</sup>            | Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>               | 12                |
| Fe <sup>+++</sup>            | Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | 3.2               | Fe <sup>+++</sup>            | Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>               | 18                |
| VO <sup>++</sup>             | VOSO <sub>4</sub>                               | 18                | VO <sup>++</sup>             | VOSO <sub>4</sub>                               | 1.27              |
| Ba <sup>++</sup>             | Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 18                | Ba <sup>++</sup>             | Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 5.6               |
| Sr <sup>++</sup>             | Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 180               | Sr <sup>++</sup>             | Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 100               |
| K <sup>+</sup>               | KNO <sub>3</sub>                                | 180               |                              |                                                 |                   |
| Mg <sup>++</sup>             | Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 560               | Mg <sup>++</sup>             | Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 100               |
| Mg <sup>++</sup>             | MgSO <sub>4</sub>                               | 560               |                              |                                                 |                   |
| Ca <sup>++</sup>             | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 1000              |                              |                                                 |                   |
| Ca <sup>++</sup>             | CaCl <sub>2</sub>                               | 3200              |                              |                                                 |                   |
| Na <sup>+</sup>              | NaNO <sub>3</sub>                               | 1000              | Na <sup>+</sup>              | NaNO <sub>3</sub>                               | 100               |
| Cn <sup>-</sup>              | NaCN                                            | 0.32              | Cn <sup>-</sup>              | NaCN                                            | 0.32              |
| S <sup>=</sup>               | Na <sub>2</sub> S                               | 10                |                              |                                                 |                   |
| F <sup>-</sup>               | NaF                                             | 56                | F <sup>-</sup>               | NaF                                             | 10                |
| SCN <sup>-</sup>             | KSCN                                            | 112               | SCN <sup>-</sup>             | KSCN                                            | 10                |
| SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 5600              | SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 100               |
| Mn <sup>++</sup>             | MnSO <sub>4</sub>                               | 42                | Mn <sup>++</sup>             | Mn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 10                |
| Li <sup>+</sup>              | Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                 | 2.5               |                              | NaClO                                           | 0.5               |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | NaNO <sub>2</sub>                               | 5.6               |                              | CaCl(OCl)                                       | 1.0               |
|                              | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                 | 320               |                              | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                 | 18                |
|                              | KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>              | 100               |                              | KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>              | 156               |
|                              | NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                 | 32                | SO <sub>3</sub> <sup>=</sup> | Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                 | 320               |