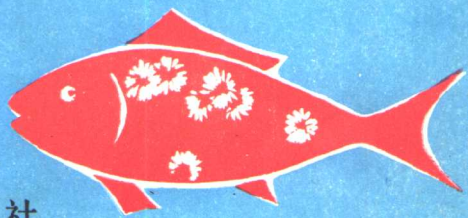




# 鱼类水霉病的防治研究

中国科学院水生生物研究所 倪达书



农业出版社

S942  
05  
21

3551

# 鱼类水霉病的防治研究

中国科学院水生生物研究所

倪 达 书

农 业 出 版 社

**鱼类水霉病的防治研究**

**中国科学院水生生物研究所**

**倪达书**

**农业出版社出版** (北京朝内大街130号)

**新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷**

787×1092毫米 32开本 2.375印张 48千字

1982年2月第1版 1982年2月北京第1次印刷

印数 1—4,800册

**统一书号 16144·2431 定价 0.32元**

RESEARCHES ON THE WATER  
MOLD INFESTING EGGS AND  
FISHES WITH SPECIAL EMPHA-  
SIS TO THE PROPHYLATIC  
TREATMENT AND CONTROL

By

Dashu Nie

Institute of Hydrobiology, Academia  
Sinica

Agricultural Publishing House  
Beijing China

## 前 言

五十年代末和六十年代初我国普遍在进行家鱼人工繁殖和孵化鱼苗，以及饲养以待供应节日的商品鱼，常常受到水霉菌的侵袭而蒙受重大损失，特别是备作产卵的亲鱼和作越冬的非洲鲫鱼。由于受水霉菌的感染而大量死亡，产出的鱼卵也因受水霉菌的危害而造成孵化率很低。生产计划完不成，很多试验工作也无法顺利进行。这是当时迫切要求鱼病工作者设法解决这个问题的强烈呼声。

鱼类水霉病在世界各国的淡水养殖地区也很流行，有关的专门著作和论文已有很多，但全面有系统的报告尚付缺如。我们从事这方面研究的目的是较有系统地了解水霉菌的生物学及其致病机制和规律，并找出比较有效的防治方法，提供有关水产工作者在理论上和生产实践上参考应用。

1960年11月太平洋西部渔业研究委员会在北京召开第五次会议，我曾将初步的研究报告在会上宣读，引起了与会代表们的兴趣，要求在该报告的基础上，编写一本“鱼类水霉病的防治指南”小册子。因此，在该报告的基础上，1961年重复进行了六个月的试验，并整理成此稿，后因故没有发表。

时光过得很快，一搁已整整二十年了。查阅七十年代所出的有关鱼类水霉病的文献，对水霉科的生物学、分类系统

等基本上没有重大改变，而且对水霉菌的性质也没有新的观点，其他如发病机理和预防与治疗方法等还没看到比此更先进完备的报道，因此觉得还有发表的价值。

参加此项工作的有陈启璠、李连祥、伍惠生、徐恭爱、朱心玲、李万维、陈燕桑、王伟俊、葛蕊芳、陈首宜等。

# 目 录

## 前言

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 一、鱼类水霉病的研究简史.....        | 1  |
| 二、水霉菌的形态、繁殖和生态.....      | 3  |
| 三、湖北省鱼类和鱼卵上常见的水霉菌种类..... | 10 |
| 四、鱼类水霉病的性质问题讨论.....      | 27 |
| 五、鱼类水霉病的组织病理观察.....      | 35 |
| 六、鱼类水霉病的药物防治试验.....      | 36 |
| 七、总结.....                | 63 |
| 参考文献.....                | 65 |

## 一、鱼类水霉病的研究简史

水霉菌侵袭鱼类的事实早在十七世纪七十年代即已引起人们的注意了。Baron de la Valette St. George<sup>(4)</sup>指出 *Saprolegnia ferax* 为破坏鱼卵，甚至侵袭活鱼的病原体，并建议用净水作较长时间的连续冲洗来治疗。Huxley<sup>(23)</sup>认为鳟鱼水霉病的病原体为 *Saprolegnia torulosa* 或 *S. ferax*，Clinton<sup>(9)</sup>在其观察和试验侵袭鱼类水霉菌的报告中指出：*Saprolegnia mixta* 或 *S. ferax* 为可能的致病菌。Walentowicz<sup>(54)</sup>在波兰 Galicia 地方，叙述鲤鱼流行病病原体为 *Saprolegnia monoica* 和 *Achlya nowickii*。Schroeter<sup>(46)</sup>，科学地描述了 *Saprolegnia monoica* 和 *S. ferax* 出现在死的昆虫尸体、有机物和活鱼体上。

十九世纪以来，还有不少菌类学家和自然科学家如：Ageraborg<sup>(1)</sup> Hardy<sup>(17)</sup>，Stirling<sup>(47)</sup>，Blanc<sup>(5)</sup>，Schneitzler<sup>(45)</sup>，Collins<sup>(11)</sup>，Harkiness and Moore<sup>(18)</sup>，Knight<sup>(29)</sup>，Murray<sup>(33)</sup>，Robson<sup>(40)</sup>，Tiffney<sup>(51)</sup>等也都认为 *Saprolegnia ferax* 是鱼类水霉病的病原体。

此外，*Saprolegnia parasitica* 亦为许多学者如 Coker<sup>(10)</sup>，Cejp<sup>(7)</sup>，Nagai<sup>(34)</sup>，Lund<sup>(30)</sup>，Chaudhuri and Kochhar<sup>(8)</sup>，Kanouse<sup>(27)</sup>，Tiffney<sup>(51)</sup> 等认为是另一种鱼类水霉病



的病原体。

Davis and Lazar<sup>(13)</sup> 在美国鲑鱼消化道内发现一种新的致病水霉，定名为 *Saprolegnia invaderis*。

绵霉属 (Genus *Achlya*) 在过去文献中记述为鱼类水霉病病原体者有 Robin<sup>(39)</sup>，Schnetzler<sup>(45)</sup> 和 Blance<sup>(5)</sup> 所报告的 *Achlya prolifera*，Humphrey<sup>(22)</sup> 的 *A. racemosa*，Hine<sup>(19)</sup> 的 *A. polyandra* 和 Tiffney and Wolf<sup>(52)</sup> 的 *A. flagellate* 四种。

至于水霉科的其他各属如细囊霉属 (*Leptolegnia*)，丝囊霉属 (*Aphanomyces*) 腐霉属 (*Pythium*) 和异霉属 (*Allomyces*) 则未见有侵袭鱼类和鱼卵的记载。\*

关于上述各种水霉菌的特性及其与鱼类和鱼卵的关系，各个作者的意见颇不一致，拟于下文专门讨论。

对水霉菌的生理、生态以及鱼类水霉病的预防和治疗等方面，也先后有不少学者从事专门的研究和发表著述，主要如：Klebs<sup>(28)</sup>，Scherbak<sup>(42)</sup>，Kanouse<sup>(27)</sup>，Petersen<sup>(38)</sup>，Arasaki et Als.<sup>(2)</sup>，Burrows<sup>(6)</sup>，Davis<sup>(12)</sup>，Foster and Woodbury<sup>(16)</sup>，O'donnell<sup>(35)</sup>，Schäperclaus<sup>(41)</sup>，Schneberger<sup>(44)</sup>，Van Duijn<sup>(53)</sup>，Watanabe<sup>(55)</sup> 以及 Ляйман<sup>(56)</sup>，Щербина<sup>(57)</sup>，Богданова<sup>(58)</sup> 等，涉及的问题将于以下各有关章节分别论述。

在此特别值得提出的是 Meier and Webster<sup>(31)</sup>，应用电子显微镜研究水霉科的孢子 (Cystospore)，发现 *Sap-*

---

\* Scott W. and A.H. O'bier 1962 发现侵袭鱼类和鱼卵的有 *Saprolegnia*, *Achlya*, *Aphanomyces*, *Pythium*, *Allomyces* 和 *Leptomitus* 等六属，

*rolegnia ferax*和*S. dioica*的第一次孢孢子的胞壁是光滑的，而第二次孢孢子则生有带柄的双头钩；在*S. parasitica*的第二次孢孢子上生有成簇的长钩，但在*Protoachlya*，*Achlya*则两种孢孢子都没有钩刺。这种细微结构的发现，将有助于种的正确鉴定。

## 二、水霉菌的形态、繁殖和生态

### 1. 形态和繁殖

水霉科 (Saprolegniaceae) 植物为藻菌纲 (Phycomycetes)，卵菌目 (Oomycetales or Oomycetes) 中著名的水生菌 (water mold)。这一科的成员大都生长在动、植物的尸体或其残屑上，但也有不少种类寄生在鱼体伤口和鱼卵上，成为渔业的大害。

水霉菌的菌丝为管形，由纤细而分枝繁多的、蔓延在基物之内的内菌丝 (mycelia)，和粗壮而分枝较少的外菌丝 (hyphae) 组成。外菌丝当处于不良的环境条件时，尖端膨大成棍棒状，同时其内积聚稠密的原生质，并生出横壁与这根菌丝的其余部分隔开，形成抵抗恶劣环境的厚垣孢子 (chlamydospore) (图1—3)，这种分隔过程有时可在一根菌丝上，反复进行数次，形成一串念珠状的原垣孢子。这些原垣孢子一遇到适宜的环境时，即萌发成菌丝或形成动孢子囊 (zoosporangium) (图1—2)。

无性生殖的过程为产生动孢子 (zoospore) (图1—5)，即在外菌丝的梢端 (除细囊霉和丝囊霉外)，常略形膨大成棍棒

状、纺锤状等不同的形式，同时内部原生质由下部往这里密集，达到一定程度时，生出横壁与下部菌丝隔开自成一节，即动孢子囊（图1—2）。囊中稠密的原生质不久分裂成很多的单核孢子原细胞，并很快地发育成动孢子。

动孢子的行为在不同的属中有其特殊的形态。如水霉（*Saprolegnia*）和细囊水霉（*Leptolegina*）属为一种类型，绵霉（*Achlya*）和丝囊绵霉等（*Aphanomyces*）则为另一种类型。前一类型的动孢子为梨形，具有两条等长的前鞭毛（图1—5），其中之一是尾鞭式（whip-like）而另一条则为茸鞭式（ciliated）。动孢子从动孢子囊中游出后，在水中自由游动一个时期，一般自几十秒钟到几分钟不等，即停止游动，分泌出一层细胞壁而静止休息，即所谓孢孢子（cystospore）（图1—6）时期。孢孢子静休的时间不长，一般约1小时左右，然后原生质从细胞壁内钻出，又成为游动的动孢子。这第二次游动的动孢子都呈肾脏形，其侧面凹陷处生出两条鞭毛（图1—10，11）。这种动孢子游动持续的时间一般较第一次为长，最后它们又静止下来分泌一细胞壁成第二次孢孢子（图1—12），而这种孢子经过一段时期的休眠，即可萌发成菌丝体。

在霉菌发育过程中，两种形态不同的动孢子相继发生，称为两游现象（diplanetism），所产生的动孢子则被称为两游动孢子（diplanetetic zoospore）。在水分和养料不足的情况下，特别是后者有变化时，第二次孢孢子萌发为菌丝，可改变为第三次动孢子，甚至第四次动孢子。其次，动孢子囊的出口如受阻塞，动孢子无法逸出时，它们也能在囊中直接

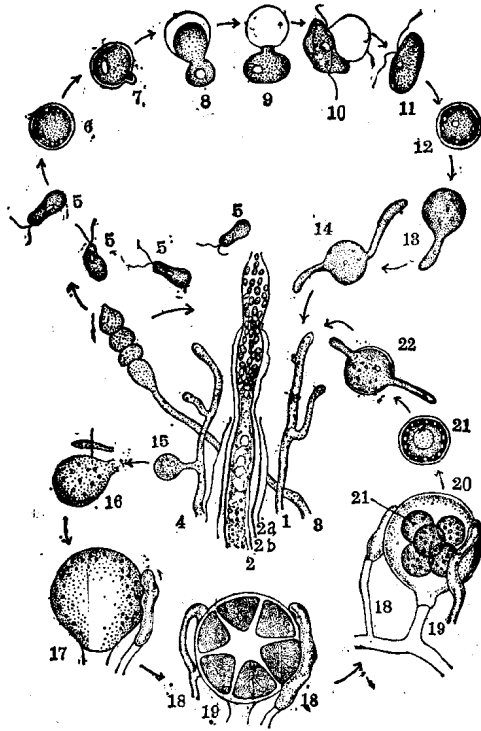


图1 水霉属模式生活史

1.外菌丝 2.动孢子囊 2a.第一代动孢子囊 2b.第二代动孢子囊 3.厚垣孢子及其菌丝 4.产生雄性器官的菌丝 5.第一游动孢子 6.第一孢子(静止) 7—10.第二游动孢子萌发 11.第二游动孢子 12.第二孢子 13—14.第二孢子萌发 15—16.未成熟的藏卵器和雄器 17.藏卵器中多数的核退化,存留的分布在周缘 18.成熟的雄器 19.藏卵器中未成熟的卵球 20.藏卵器中卵球已受精和卵孢子形成 21.卵孢子 22.卵孢子萌发

萌发如图 1—15。

在绵霉和丝囊绵菌等属中第一游的动孢子被抑止。从胞

子囊产生没有鞭毛的动孢子原体 (initial zoospore) 成群地聚集在动孢子囊口而不游动(图 2—5), 经过一个时期的静休后, 它们逸出细胞壁而在水中自由游动, 空的细胞壁蜂窝状地遗留在动孢子囊口附近。在这一阶段的动孢子都为肾形, 鞭毛从侧面凹处生出, 与上述第一类型的第二游动孢子完全一样(图 2—8、9)。

在有性生殖时期则分别产生藏卵器 (oogonium) 和雄器 (antheridium)。藏卵器的发生, 一般开始时由母菌丝生出短侧枝, 其中的核及细胞质逐渐积聚, 然后生出横壁与母菌丝隔开。接着积聚的核及细胞质在中心部分退化, 余核移向藏卵器的周缘, 形成分布稀疏的一层, 然后核同时分裂, 其中半数分解消失。最后细胞质按核数而割裂成几个单核部分, 每一部分变圆而成卵球 (oosphere)。在 *Leptolegnia* 和 *Aphanomyces* 属中一般在藏卵器中仅留剩一个有作用的核, 故只形成一个卵球。

与藏卵器发生的同时, 雄器也由同枝 (androgynous) 或异枝 (diclinous) 的菌丝短侧枝上长出, 逐渐卷曲缠绕于藏卵器上, 最后也生出横壁与母体隔开。雄器中核的分裂与藏卵器中的核分裂约在同时发生。受精作用是由雄器的芽管穿透藏卵器壁来完成。雄核经过芽管移到卵球核处与卵核结合而成卵孢子 (oospore), 并分泌双层卵壁包围着, 形成休眠孢子。卵孢子由藏卵器壁的分解而释出, 并经 3—4 个月的休眠期后萌发成具有短柄的动孢子囊或菌丝。

水霉科各属大多数都具有藏卵器和雄器, 只有个别种类如 *Saprolegnia parasitica* 例外。由于它们的形状, 大小,

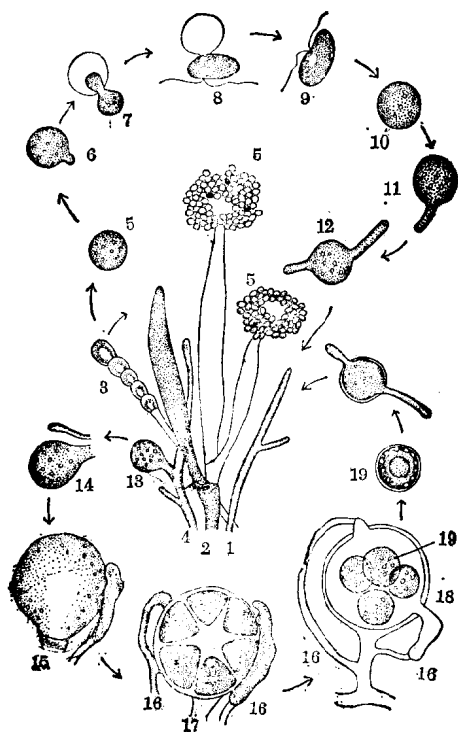


图2 绵霉属模式生活史

1.外菌丝 2.动孢子囊 3.厚垣孢子及其菌丝 4.产生雌雄性器官的菌丝 5.第一孢子(静止) 6—8.第二游动孢子萌发 9.第二游动孢子 10.第二孢子 11—12.第二孢子萌发 13—14.未成熟的藏卵器和雄器 15.藏卵器中多数的核退化,存留的核分布在周缘 16.成熟的雄器 17.藏卵器中未成熟的卵球 18.藏卵器中卵球已受精和卵孢子形成 19.卵孢子 20.卵孢子萌发

同枝, 异枝等特点, 在每一个独立种内都比较固定。因此藏卵器与雄器已作为种的重要分类特征。故在种的检定时, 必

須培养出其有性器官，原因就在于此。两种常见的不同类型生活史，用简明的图解表示于图 2。

## 2. 生态

上面已经提到水霉科的成员，大都是生长在水中的，同时，也包括坠落水中的动植物尸体或其残屑上，营腐生生活。它们对于温度的适应范围很广。Petersen<sup>(38)</sup>在其研究丹麦水霉菌时指出：自春天开始生长，一般到 11 月停止。Coker<sup>(10)</sup>说：在美国只要水未冰封，都能找到水霉菌，但在其 593 次的采样中可以看出某些种类的季节变化，例如 *Saprolegnia ferax* 在 2、3、4、5 月常见，6、7、8、9、10 月不出现；而 *Achlya hypogyna* 则常见于 5、6、7、8、9、10、11 月而不见于 1、2、3、4 月；*Saprolegnia monoica* var. 和 *Achlya flagellata*, *A. proliferoides* 则几乎终年都有。我们在鱼体和鱼卵上分离到的种类，在 2、3、4、5 月都是 *Saprolegnia ferax*, *S. monoica*, *S. parasitica* 和 *Achlya bisexualis*, 而 5、6、7 月则以 *Leptolegnia caudata* 和 *Aphanomyces aevis* 为主。用各种鱼卵（机械损伤，高温处死，自然死亡和活的金鱼卵）在不同温度（低温 5—7.5℃，中温 15.5—19℃，高温 21.8—26℃）下进行水霉菌生长试验，也发现温度对它们的影响很小，不论在低、中、高温中，第二天都能长出菌丝，所不同者中、高温组生长较快而已。但是温度再高，如在 30℃ 以上则仅适宜某些高温菌种如丝囊霉和腐霉的生长，而不适宜于水霉和绵霉属的某些物种的生长。此外，不同处理的鱼卵对水霉菌的生长速度也有差异，如机械损伤和高温处死的鱼卵，水霉菌生长一般比自然死亡的要慢些，而

且必须接种，否则一般不生长水霉；可是，自然死亡者不论接种与否，水霉都能生长。其次，活卵不论接种与否都不长霉，特别是在高温，孵化快的鱼卵，不长霉的情况更为明显。

水霉对于pH的关系，Arasaki, Nozawa and Miyake<sup>(2)</sup>指出：*Saprolegnia parasitica* 最适宜的 pH 为接近中性。我们用鱼卵为基质，在不同的 pH 浓度中观察水霉的生长，发现pH 7.2对水霉的生长为最佳，绝大多数菌丝健壮，动孢子囊繁殖旺盛。其次是pH6.4和8.0时，鱼卵一般可以感染水霉，但对动孢子的形成能力较弱；在pH5.6和4.8中，水霉的生长完全被抑制；pH 8以上我们没有测定，但从倪达书等<sup>(60)</sup>用混合堆肥饲养草、青、鲢、鳙鱼苗的发塘中观察，其水质一般在8以上，甚至有高达9.2的，而且在生产过程中，由于经常扞网，因机械损伤的鱼，肯定是不少，但从未发现有生长水霉的个体。这也许是pH值不适宜于水霉生长的实例。

我们也曾进行超声波和紫外光处理鱼卵，以观察对水霉菌生长的影响。前者不仅没有抑制作用，而且由于鱼卵的迅速死亡和分解，反有助长其生长的效果；后者虽无助长的作用，但也没有抑制其生长的作用。

水霉菌对盐度(salinity)的反应是很敏感的。Huxley<sup>(23)</sup>曾指出：受了水霉菌侵袭的鱈鱼，当其回到海水中后，水霉菌就不为患了。我们试出万分之四以上的食盐浓度，就有抑制水霉生长的作用。Coker<sup>(10)</sup>指出：黑暗对在实验室内培养水霉菌种，没有很坏的影响。



Petersen<sup>(38)</sup> 和 Coker<sup>(10)</sup> 都认为所有水霉科的植物体(菌丝)和厚垣孢子,皆能被干燥杀死。但是,成熟的卵孢则有抵抗干燥的能力。至于冰冻,Petersen认为短期的冰冻,对菌丝似无严重影响,而长期的冰冻,则有绝对致死作用。Coker发现 *Pythiopsis cymosa* 经一夜的冰冻后,除卵孢外余皆冻死。

### 三、湖北省鱼类和鱼卵上 常见的水霉菌种类

#### 1. 同株水霉 (*Saprolehnia monoica*\* Pringsheim 1858)(图3—1—8)

外菌丝不甚粗大,但直挺而有劲。初期的动孢子囊长棍棒形,后期的多少有些不规则;第二次再生的动孢子囊,多数从老囊中芽生而出,但亦偶有从下侧芽生的,大小变动很大。孢孢子的直径10—11 $\mu$ 。厚垣孢子很多,单个和相连成串的都有。藏卵器总状(racemose)排列,具有弯曲或直的柄,其长度约等于藏卵器的直径;藏卵器球形,光滑,具有数个大而显著的凹坑(pits)。卵孢1—30个,多数5—12个,直径18—22 $\mu$ ,中央型。雄器与藏卵器同株(因此得名),几乎都从藏卵器柄上长出,每个藏卵器至少有一个曲棍状的雄器,用其凹面紧贴着前者。

这是欧洲各国常见的水霉菌之一,Fischer<sup>(15)</sup>和 Schröeter<sup>(46)</sup>曾在死的鱼体上分离到,Walantowicz<sup>(54)</sup>认

---

\* *monoica* 拉丁文,雌雄同株的意思。