

水产科技译丛

微生物和池塘鱼产量的提高

A. Г. 罗吉娜著

中国科学院上海水产研究所

3
3

水产科技译丛

微生物和池塘鱼产量的提高

A. Г. 罗吉娜著

章宝惠译



中国科学院上海水产研究所

1961

內 容 簡 介

本书主要闡述有关在有微生物参与下在池塘中发生的各种过程，微生物在物質轉化过程中的作用，以及施入池塘中的肥料对这些过程的影响等。

本书可供池塘养魚业广大生产人員和科学工作者参考之用。

緒 言

养鱼业的高涨，是苏共第二十次代表大会关于发展苏联国民经济第六个五年计划的指示中的一项任务，它是提高人民生活物质水准的一个重要方面。

现在，苏联的池塘渔业，无论从鱼池面积或是渔获数量上来说，都占欧洲的第一位。党又进一步规定了增加鱼池的面积。开垦荒地与疏干的土地，增加灌溉土地的面积，都为扩大养鱼业开辟了广大的前途。

只有在掌握养鱼知识，总结先进经验和科学成就的基础上，养鱼业才能获得丰产。最近几年来，苏联科学家对于研究和运用那些可以保证在池塘中和在养殖场条件下极有效地养殖鱼类的方法作了许多工作，其中包括拟定池塘施肥方法的科学原理。

为了正确地选择肥料和善于使用肥料，必须知道各种肥料对鱼产量的影响，必须知道肥料的作用和池塘中存在的条件之间的依赖关系。

众所周知，肥料在池塘中的作用机制是极其复杂的。施入的肥料并不是直接进入鱼类的饵料中，而是经过了很长的途径。这些肥料首先被细菌和藻类所利用，然后这些微生物被棲居在池塘中的动物所吞食，最后，这些动物又被鱼类所吞食。这样，形成了一个多环的食物链。

为了有效地利用肥料，不仅要清楚这个食物链，而且还要知道各种肥料对那些最初环节的作用，知道怎样结合使用各种肥料以及施肥日期。

无论在水域里的那些复杂而多种多样的物质转化中，或是在陆上的物质循环中，微生物的作用都很巨大。引起这些转化的微生物的发育状况和它们的活动力，都取决于环境的许多条件。施入的肥

料，对于池塘中的微生物来说；是一个具有强大作用的因子，不知道有益微生物所需要的环境条件，不知道微生物所引起的施入肥料的转化过程，就不能了解和控制这些过程。忽视微生物的过程会给养鱼的实践工作和科学带来不正确的概念。

只有在最近几年，才阐明了作为鱼类饵料而施入的肥料物质的生物学转化的许多方面。弄清楚了细菌与藻类这两种培养起来的食料对水生动物的营养意义，弄清楚了溶解物质并没有多大作用以后，我们就可以知道应该加强养鱼池塘中的哪一些环节。现在已经明白，不论用有机肥料或无机肥料进行池塘施肥，都不能忽视细菌生物量的发展和微生物过程。

不应当认为万事都已解决；也不应当认为采用池塘施肥法时，池塘中存在的物质转化的性质和速度以及那些大量极其复杂和各式各样的关系都完全弄清楚了。这方面的工作还必须继续进行下去。

本书的目的是为了阐明微生物对作为鱼类饵料的水生无脊椎动物的营养意义，阐明进行各种施肥法时池塘中细菌的发育和微生物过程的意义，以及这些肥料对水域中物质转化进程的影响。

书中主要利用作者自己用微生物饲养各种水生动物的试验中所获得的资料和作者参加苏联科学院动物研究所水生生物室考察队对各种池塘的调查总结。同时，也引用了现有文献中苏联微生物学家所获得的有关池塘施肥方面的资料，可惜的是这些资料为数不多。试图从现代国外文献中寻找有关施肥池塘微生物学方面的资料没有获得成功。

目 次

緒言	I
第一章 关于池塘內的水和土壤中的微生物的概念。环境的物理化学因素和生物学因素以及它們对池塘中細菌发育的意义	1
第二章 池塘的水和土壤中細菌的数量。肥料对浮游細菌和水底細菌的数量的影响	24
第三章 微生物对水生无脊推动物的食料意义	43
第四章 微生物在施肥池塘內物質循环中的作用	62
含氮有机物質的矿物質化作用	63
硝化作用	71
反硝化作用	83
固氮作用	94
硫化氫的形成过程	101
硫化氫的氧化	109
磷的有效化过程	113
无氮物質的分解	116
鉄細菌	120
第五章 对池塘施肥的研究的一些总结。控制微生物过程的途径和細菌肥料制剂問題	128
固氮菌粉	130
AMB 細菌肥料	132
磷細菌	133
“硅酸鹽”細菌制剂	134
参考文献	136

第一章 关于池塘内的水和土壤中的微生物的概念。环境的物理化学因素和生物学因素以及它们对池塘中细菌发育的意义

水中环境对微生物的发育非常适宜。在地球上没有一个水域中的水和土壤里不含有微生物。即使在温度高达80°C的热泉水中也可以发现细菌。在两极的水域中也有细菌生活着。

各种不太深的、温暖的、静止的或稍微流动的水域，例如池塘，对微生物的发展是特别适宜的。

细菌是一种极微小的生物。它们的大小只有若干微米^①。大部分球状细菌的直径尺寸是1到2微米，只有少数菌种有较大的细胞。大部分杆状细菌长1到4微米，粗0.5到1.5微米。但是某些水生细菌，例如硫磺细菌 *Beggiatoa mirabilis* 竟长达1毫米和粗达50微米。自然界中还有一种更小的微生物，就是病毒。最小的病毒的直径大约是10毫微米。

同种微生物细胞的大小，根据外界环境的条件可以有所变动：在良好的条件下，微生物就比较较大些，而在缺乏营养物质的条件下，就稍小些。

微生物细胞的构造如右（图1）：在细胞膜内是内含物—原生质。原生质的表层呈紧张状。原生质是一种复杂的胶体生成物，主要由



图1 细菌细胞的构造。Bac. mycoides 的细胞。粘质上层内的暗线条是细胞膜，细胞膜的里面是原生质薄膜。膜内是原生质和细胞内含物。放大33,500倍。（据：Knaysi 和 Baker, 1947）。

① 1微米=0.001毫米。

蛋白质和拟脂类组成。原生质具有生命物质的一种特性，也就是具有不断更新的能力，它能将代谢过程中所吸收的营养物质变成活体。在细菌细胞的原生质内含有各种各样的细胞内含物，也就是它所贮藏的营养物质：淀粉粒、脂肪、拟转菌素等等。细菌的细胞由于有膜，使它们的形状不会改变。

微生物中包括许多类群：细菌、放线菌、酵母、类酵母菌、不完全菌和白霉菌。上述各种微生物类群生活在各种各样的水域中。水域中细菌的种类最多。

从外形上看来，真菌可以分成三类群：1.球状细菌，2.杆状细菌和3.螺旋菌。在各主要类群间还存在过渡的类型。

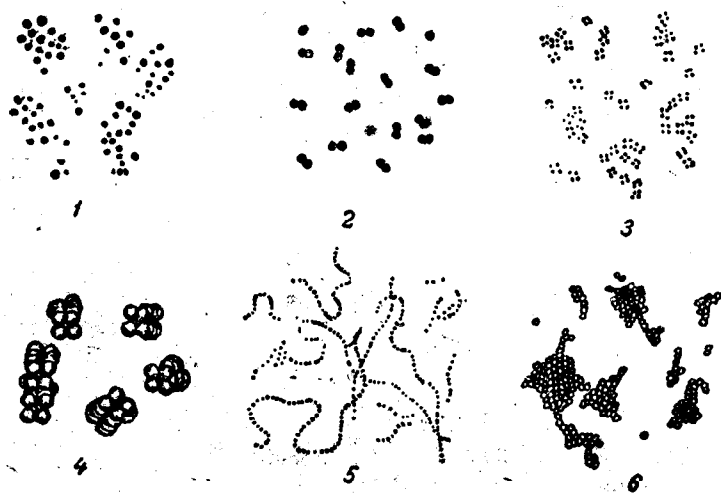


图2 球状细菌(球菌)。

1——单体球菌； 2——双球菌； 3——四联球菌；
4——八联球菌； 5——链球菌； 6——葡萄球菌。

球状细菌(即球菌)细胞的形状最简单(图2)。球菌的细胞可以是单体的，或是以各种不同的形式组合在一起。好象一串葡萄那样无规则地聚集在一起的球菌称为葡萄球菌；每两个细胞连在一起的称为双球菌，每四个细胞连在一起的称为四联球菌，每八个细

胞连在一起的称为八联球菌，细胞聚集成链状的则称为链球菌。

杆状细菌外形是多种多样的，它们的长、短直径的比例和细胞末端的形状都可能不同。有的是粗短的，有的是细长的，有的是直的，

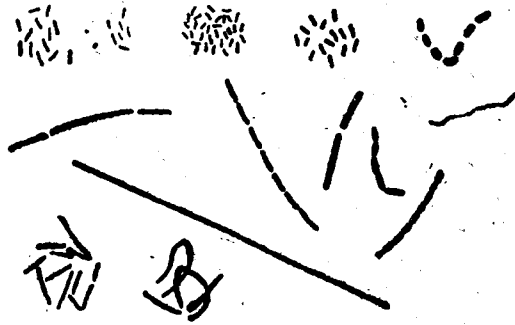


图3 杆状细菌。

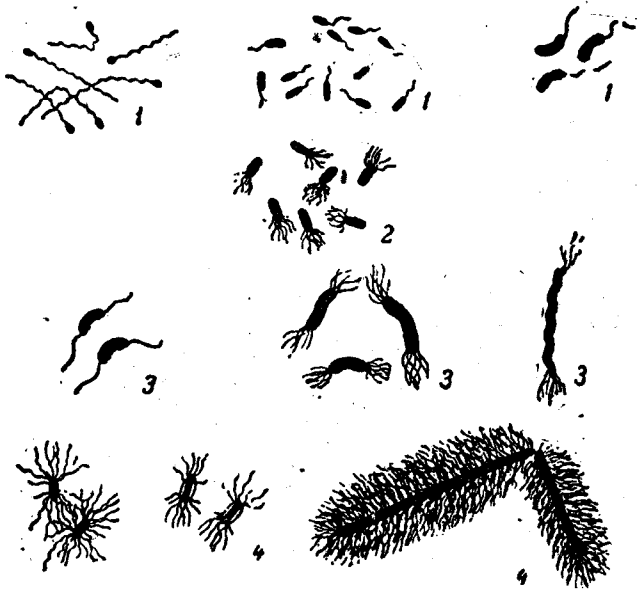


图4 细菌鞭毛的分布状况。

- 1——单极分布(单毛菌)； 2——单极分布(端毛菌)；
3——双极分布(双端毛菌)； 4——分布在整個細胞表面(多毛菌)。

有的是弯曲的，有的是单杆的，有的是双杆的，有的连接成长链形（图3），有的是活动的，有的是不活动的。细菌的活动性取决于有没有鞭毛——由细胞内穿过细胞膜的原生质突起。没有鞭毛的细菌不能活动。有些菌种的细胞只有一根鞭毛，有些菌种有数根或许多根鞭毛（图4）。

当环境条件发生变化、并且变得不利时，在某些种杆状细菌的细胞内可以形成芽孢（图5）。芽孢具有一层厚膜，能很好地忍受不利的条件，例如低温或高温，并且可以在多年内保持自己的生命。芽孢是细菌的一定的发育阶段；芽孢通常是在细菌的发育过程结束时形成的，在良好的条件下，芽孢可以发芽生长。

各种螺旋菌的外形，在细胞的大小、扭曲数目和扭曲程度方面都有区别（图6）。

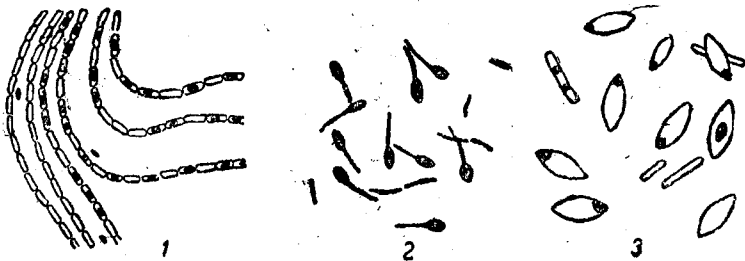


图5 杆菌。

- 1——芽孢分布在中央的细胞； 2——带有端芽孢的细胞；
3——嫌气性非共生固氮菌细胞（芽孢形成时细胞呈膨胀状）。

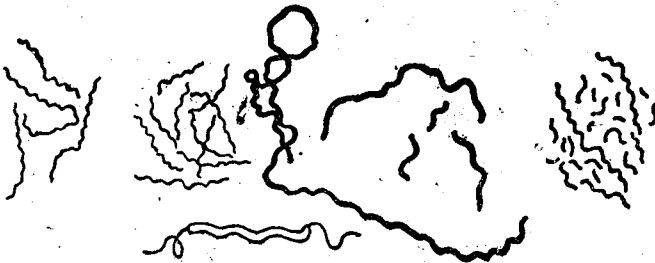


图6 各种螺旋菌。

上述各种细菌类群都是以细胞分裂的方法来繁殖的。

除单体细菌外，水域中还生活着大量的群体生物。这些生物是一些由许多细胞连在一起形成的长丝状体。线菌是借助一种特别的椭圆形小体（内生孢子）来繁殖的，这些孢子产生在丝状体顶端的一个细胞内（图7）。某些细菌的内生孢子还附有一簇鞭毛，因此

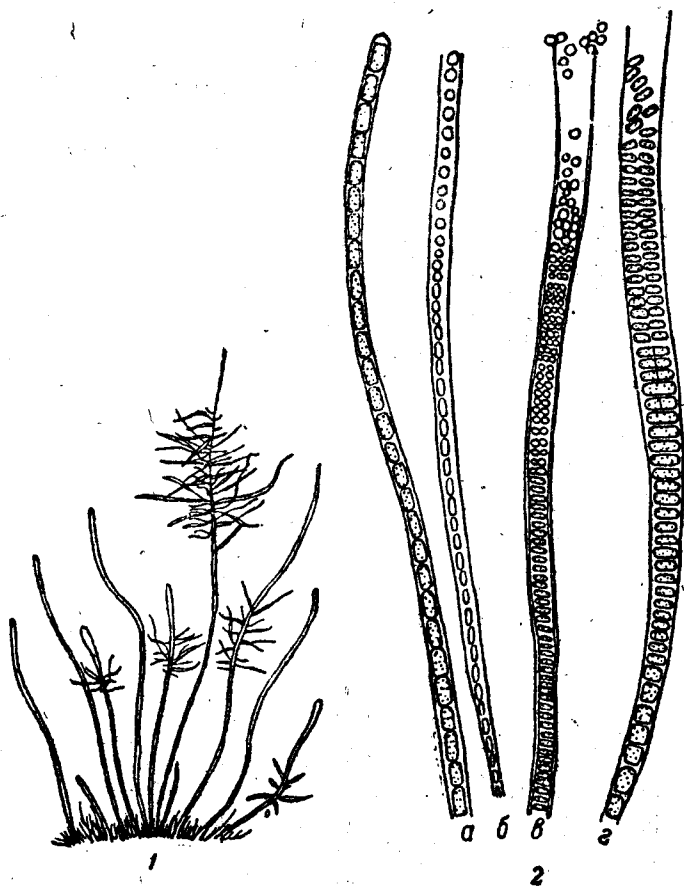


图7 线菌 *Crenothrix polyspora*。

1: 丝状体菌苔，放大60倍；2: 甲——幼丝状体，乙——带有一排小内生孢子的丝状体，丙，丁——带有多样小内生孢子的丝状体，放大750倍（据米古拉）。

它们可以活跃地运动。内生孢子用分裂方法生出新的丝状体。有些线菌能在水中自由游动，有些线菌则固定在各种附着物上。

水域中存在着少量的放线菌（图8）。放线菌形成了单细胞分枝菌丝体（丝状体相互交错，但是它们的顶端通常是不相连接的），在分枝菌丝体的丝状体顶端，有孢子在特殊的气生分枝（孢子柄）上形成。

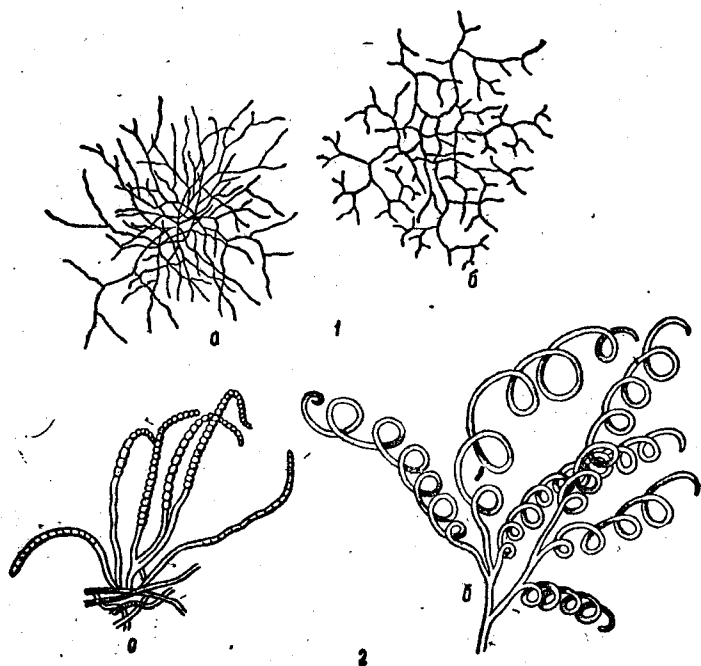


图8 放线菌。

1—放线菌菌丝体的一般构造特点：甲——长菌丝菌丝体，乙——短菌丝菌丝体，放大75倍；2——菌丝体的孢子形成：甲——直的孢子柄，乙——螺旋状孢子柄，放大500倍（据克拉西里尼柯夫，1949）。

原放线菌与放线菌很相近（图9）。原放线菌在发育早期具有发育得很好的菌丝体。有些原放线菌菌丝体的丝状体较长，有些原放线菌菌丝体的丝状体较短，有些丝状体是直的，有些丝状体是弯曲的。在发育后期，在丝状体内形成了横隔膜，将丝状体分隔成许多

杆状部分。以后,这些杆状部分可以再次分裂,产生球菌状的细胞。

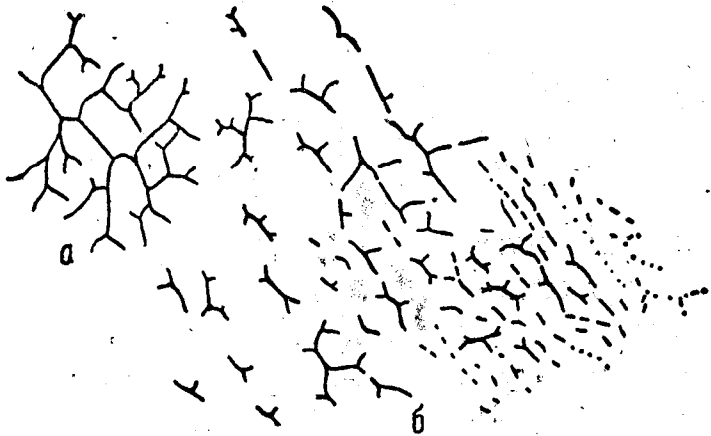


图9 原放线菌。

甲——菌丝体,乙——杆状部分。放大100倍
(据克拉西里尼柯夫,1949)。

分枝杆菌与原放线菌相类似。分枝杆菌与细菌不同,它是用裂殖或芽殖的方法来繁殖的。分枝杆菌要经过一定的发育过程。在发育前期,它们是一些形状不规则的和弯曲的小杆(图10)。在后期,

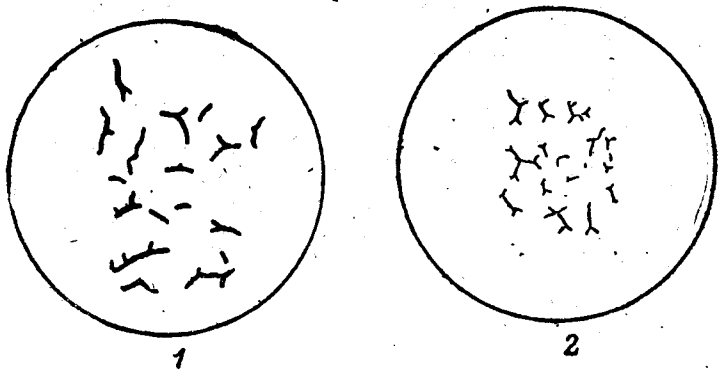
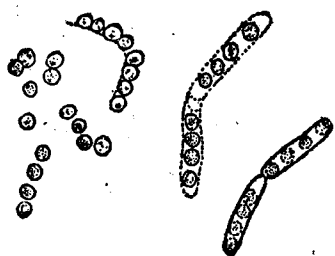


图10 分枝杆菌。

1——*Mycobacterium flavum*; 2——*Myc. bifidum*放大1500倍。

(据克拉西里尼柯夫,1949)



这些小杆逐渐缩短并变成了球菌形状。在有些种分枝杆菌的细胞内有芽孢形成(图11)。在水域中居住着各种各样的分枝杆菌。

水域中的分枝球菌——Mycobacteriaceae 科的特殊类群的菌种数量较少。在外形上,分枝球菌与普通的细菌很相似。分枝球菌是以分裂、

图11 分枝杆菌的孢子形成。
断裂和出芽方法进行繁殖的。

水域中各种真菌的菌种很多。其中数量最多的是酵母菌。居住在水域中的酵母菌是一些圆形的、椭圆形或略带长形的细胞,它们是用芽殖方法来繁殖的(图12)。酵母的细胞比细菌的细胞大许多。有些酵母菌种的细胞内不含有色素,这些酵母形成的细胞团(菌落)是无色的,其他酵母菌种,主要是无芽孢酵母,具有蔷薇色、红色或黄红色的类胡萝卜素,有时具有黑色的色素。这类酵母的菌落呈现蔷薇色、红色或黑色的色泽。

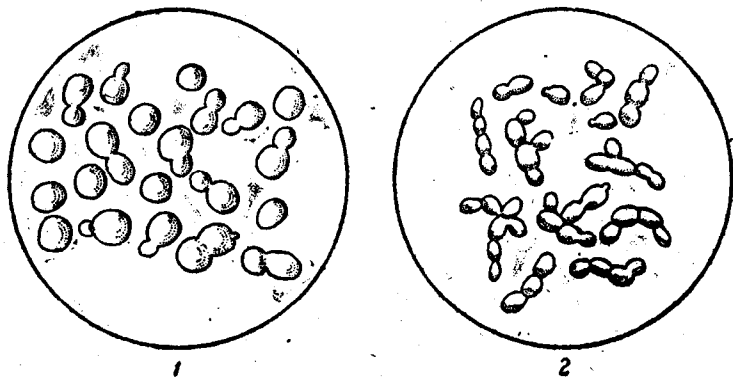


图12 酵母。

1——*Rhodotorula glutinis*; 2——*Torulopsis bacillaris*,放大750倍。

水域中的类酵母菌和不完全菌的菌种数量很多。类酵母菌形成多细胞的菌丝体(或假菌丝体),从这些菌丝体的丝状体中分裂出

大量的芽殖细胞（分裂芽生孢子）（图13）。有些类酵母菌菌种的菌丝体分裂成细胞，这些细胞再以芽殖或裂殖的方法来进行繁殖。



图13 类酵母菌。放大420倍。

不完全菌中包括很多水生真菌的菌种。它们形成多细胞的菌丝体和各种分生孢子。

水域中总存在着各种白霉菌。白霉菌的类群极其广大，而且菌种很多。各种白霉菌都形成菌丝体和各种不同的孢子形成机构（图14）。

水域中还可以有超显微微生物类型存在。在这些微生物中包括细菌的病毒——噬菌体。噬体能引起各种微生物的死亡和分解。每种噬体只对一定的微生物类群或只对某一种微生物起作用。噬体的实用意义很大。噬体在水域中积聚起来以后，可以引起某些微生物种类或微生物类群的溶解。

各种微生物在生理特性方面是极其多样化的：无论从它们对营养物质的需要来说，或是从它们在周围环境中所发生的变化来说，以及从它们可以生存和进行生命活动的条件来说，都是极其多种多样的。

在微生物中有许多类群，它们只能利用无机化合物中的碳，（包括二氧化碳中的碳）来制造自己细胞的原生质。这些所谓自养性生物在水域中具有巨大的意义，它们是水生动物——最后是鱼类——的食物链中所要利用的有机物质的生产者。自养性生物能够用简单的无机化合物，象水、矿物盐和二氧化碳，来合成自己原生质的一切组成部分。二氧化碳是它们取得碳的唯一来源。这是自养性生物

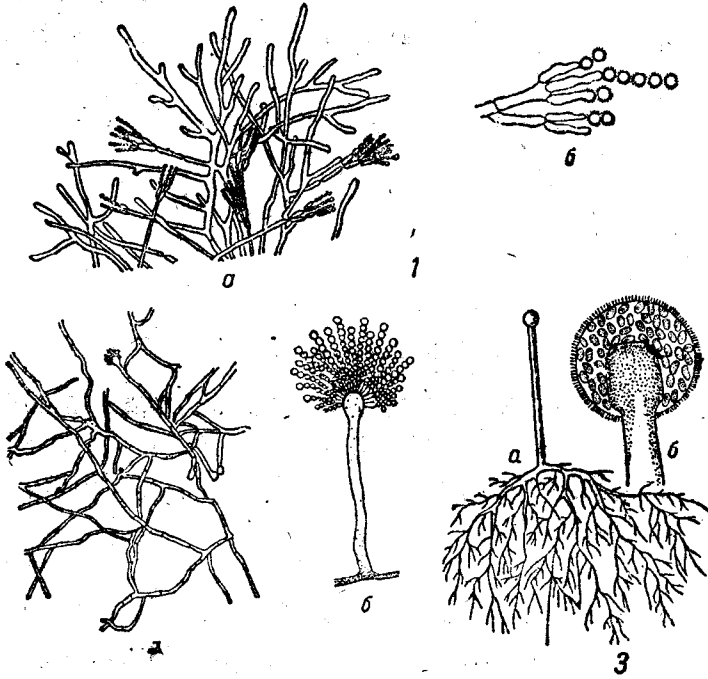


图 14. 白霉菌。

- 1—*Penicillium glaucum* (綠青霉菌): 甲——菌絲体, 乙——帶有分生孢子的分生孢子柄; 2—*Aspergillus glaucus*: 甲——菌絲体, 乙——帶有分生孢子的分生孢子柄; 3—*Mucor mucedo* (黑色头狀霉菌): 甲——菌絲体, 乙——帶有分生孢子的分生孢子柄。

区别于其他任何生物的特征, 其他生物在制造自己的细胞时, 需要有机化合物中的碳。在水域内的自养性生物中包括某些微生物、藻类和高等植物类群。

藻类、高等植物、绿色和紫色细菌都是光合性自养生物, 也就是利用太阳能来对二氧化碳中的碳进行同化作用的自养生物。这两种微生物类群(绿色和紫色细菌)都是水生微生物, 也就是说它们只生活在水界环境中。这些微生物借助它们细胞内所含有的特殊色素——细菌叶绿素来实现光合作用。然而, 除了这两种类群以外,

水域中还存在着一系列自养细菌类群，它们能利用无机化合物氧化时所产生的能量来同化二氧化碳中的碳。这些细菌称为化能性自养细菌。利用无机化合物氧化时产生的能量来合成构成自己身体的物质的微生物，比利用太阳能的要普遍得多。因为化能性自养细菌在发育时不依赖太阳光，所以能在任何深度的水层中或是土壤内发育。化能性自养细菌是根据形态学特征和所利用的无机化合物来区分的。当无机化合物被氧化时，化能性自养细菌获得合成自己细胞物质的能量。化能性自养细菌中包括下列类群：硝化细菌——氧化氮化合物的细菌，硫磺细菌——氧化还原硫化化合物的细菌，铁细菌——氧化还原铁化合物的细菌，氢细菌——氧化氢分子的细菌和甲烷细菌——氧化甲烷的细菌等等。

水域中的生命，就是有机物质的合成与分解过程的不断更替。B. P. 威廉士认为，有机物质的合成与分解，组成了自然界中各种灰分元素和有机物元素（组成细胞质基质的元素）——碳、氮、氧和氢——的生物小循环的基础。在水域里的这些转化之中，微生物所起的作用是很大的。水域中微生物的最重要的职能之一，就是分解死亡的植物、动物和来自外界的有机物质残余物。微生物把死亡的动植物残余物的复杂氮化物和碳化物分解后，把它们变成了绿色藻类和植物所需要的、并能容易吸收的简单化合物。制造水域中有机物质基质的，并因此称为有机物质生产者的绿色植物体，不但不能利用大气中的游离氮，而且还不能利用许多化合状态的氮。

微生物分解动植物（矿化作用）的有机残余物时，就使构成活蛋白质的碳、氮和磷复变为较简单的无机化合物，从而使这些物质在自然界循环中的贮量得到恢复。在有机氮变成植物需要的化合物的过程中有一系列细菌类群——氨化细菌、硝化细菌等——参与着活动。对于这些细菌的活动，以后将详细加以叙述。水域中生物发育时需要的化合氮储藏量的补充，是借助特殊的微生物类群——固氮细菌——来实现的，由于固氮细菌具有这种机能，它们在提高水域生产量中起着相当大的作用。在碳的转化过程中有大量的微生物类群参与活动，碳对棲居在水域中的各种动物的发育都有巨大的