

放线菌分类基础

放线菌分类基础

阮继生 编著



59.13

科学出版社

科学出版社

样书

内 容 简 介

本书是普及微生物分类知识的读物。全书共分8章，简明地介绍了放线菌的基本知识、分类鉴定方法与新技术在分类中的应用、抗菌素的筛选等；着重地介绍了放线菌7科33属菌的基本特点，每个属附有形态图、种的检索表及其所产生的主要抗菌素。

本书可供知识青年、大专院校的师生及有关的工作人员参考。

放 线 菌 分 类 基 础

阮继生 编著

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1977年1月第一版 开本：787×1092 1/32

1977年1月第一次印刷 印张：4 7/8

印数：0001—24,220 字数：106,000

统一书号：13031·546

本社书号：799·13—9

定 价： 0.35 元

前 言

在伟大的毛泽东思想指引下,通过无产阶级文化大革命和批林、批孔运动,狠批了修正主义科研路线,毛主席的无产阶级革命路线深入人心,一个应用微生物的群众性科学实验活动,正在我国蓬勃开展起来。在这大好形势下,为了便于彼此交流经验促使这个运动进一步发展,我们编写了这本书,使广大读者对放线菌分类概貌有一简要了解,以便更好地利用或控制微生物,为工农业生产服务。同时遵照毛主席关于“**向工农兵普及**”和“**从工农兵提高**”的教导,为适应群众性科学实验活动的需要,本书还介绍了分类鉴定技术,以便使初学者可初步鉴定日常工作中遇到的放线菌。

本书原系在中国科学院微生物研究所内普及放线菌分类知识的讲稿,后又通过在辽宁大学生物系讲课的实践,并根据辽宁大学工农兵学员和辽宁大学及其他学校教师们提出的宝贵意见,做了修改和补充后写成。全书包括四个主要部分:放线菌的基本知识;放线菌的分离和种的鉴定技术;抗菌素的筛选;放线菌目中 6 科 32 属和分枝杆菌目、分枝杆菌属的基本特点。由于本书着眼于概貌,所以着重介绍了属和属以上的分类,并附有形态图,对种的特征未做详细描述,只在每个属内附有种的检索。本书可供有关院校教师、工农兵学员,有关的微生物工作者及从事放线菌和抗菌素筛选的工作者参考。

随着科学技术的发展,人类在征服自然界的实践中,认识不断深化,因此对放线菌的认识也日益深入,改变了过去完全

依靠外部形态作为目、科、属的分类依据，近几年来已将菌体内高分子物质如蛋白质、酶、脂肪、糖类与核酸的结构和功能作为属的分类特征之一。可以说放线菌分类学已开始迈进了分子生物学的领域。正如毛主席所指出的：“人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”不断探索未知领域，让微生物更好地为祖国的社会主义建设服务，是摆在我们广大微生物工作者面前的一个重要任务。可以预见，随着社会主义革命和社会主义建设的不断深入发展，我国的微生物学也必将出现一个蓬勃发展的崭新局面。

书中的插图大部分是引自各种文献杂志和专著，不另单独注明出处来源，其中部分图系我们工作中的研究结果。

由于业务水平所限，特别是运用辩证唯物论的观点分析问题的能力不高，加之编写时间仓促，无疑会出现一些缺点和错误，希望读者批评指正。

本书承阎逊初同志审阅，门大鹏同志提出宝贵意见，韩者芳同志描绘插图，特此致谢。

编 著 者

1974.10

目 录

第一章 放线菌的基本知识

- 一、什么叫放线菌(1)
- 二、放线菌与人类的关系(1)
- 三、放线菌在自然界中的分布(2)
- 四、放线菌的生活史和形态特征(3)
- 五、放线菌在微生物中的分类地位(7)
- 六、放线菌分类原则(9)
- 七、放线菌分类的重要意义 (13)

第二章 细菌与放线菌的演化关系

- 一、由简单到复杂 (15)
- 二、由复杂到简单 (15)
- 三、由水生到陆生 (17)

第三章 放线菌的分离与种的鉴定技术

- 一、放线菌的分离方法 (18)
 - (一) 土壤采集..... (18)
 - (二) 稀释法..... (18)
- 二、链霉菌属的分群 (19)
- 三、放线菌种的鉴定 (20)
 - (一) 鉴定方法..... (21)
 - (二) 种的鉴定..... (25)

第四章 放线菌目分类系统的介绍

- 一、放线菌目中科和属的检索表 (Waksman, 1961) ... (28)
- 二、克拉西里尼科夫修改的分类表 (1965)..... (29)
- 三、放线菌目分科分属检索表(中国科学院微生物研究所
放线菌分类组)..... (30)
- 四、放线菌目各属的检索表 (H. A. Lechevalier, 1971) ... (32)

第五章 放线菌目、科、属的介绍

- 一、链霉菌科 (Streptomycetaceae) (36)
 - (一) 链霉菌属 (*Streptomyces*) (37)
 - (二) 钦氏菌属 (*Chainia*) (44)
 - (三) 孢器放线菌属 (*Actinopycnidium*) (47)
 - (四) 马杜拉放线菌属 (*Actinomadura*) (48)
- 二、放线菌科 (Actinomycetaceae) (51)
 - (一) 诺卡氏菌属 (*Nocardia*) (52)
 - (二) 厄氏菌属 (*Oerskovia*) (58)
 - (三) 放线菌属 (*Actinomyces*) (59)
 - (四) 假诺卡氏菌属 (*Pseudonocardia*) (60)
- 三、寡孢菌科 (Paucisporaceae)
 - 即小单孢菌科 (Micromonosporaceae) (61)
 - (一) 小单孢菌属 (*Micromonospora*) (62)
 - (二) 原小单孢菌属 (*Promicromonospora*) (66)
 - (三) 双歧放线菌属 (*Actinobifida*) (67)
 - (四) 小双孢菌属 (*Microbispora*) (68)
 - (五) 小四孢菌属 (*Microtetraspora*) (71)
 - (六) 小多孢菌属 (*Micropolyspora*) (72)
 - (七) 高温放线菌属 (*Thermoactinomyces*) (73)
 - (八) 高温单孢菌属 (*Thermomonospora*) (74)

(九) 高温多孢菌属 (<i>Thermopolyspora</i>)	(76)
四、游动放线菌科 (<i>Actinoplanaceae</i>)	(77)
(一) 游动放线菌属 (<i>Actinoplanes</i>)	(81)
(二) 小瓶菌属 (<i>Ampullariella</i>)	(84)
(三) 螺孢菌属 (<i>Spirillospora</i>)	(89)
(四) 无定形孢囊菌属 (<i>Amorphosporangium</i>)	(90)
(五) 指孢囊菌属 (<i>Dactylosporangium</i>)	(91)
(六) 游动双孢菌属 (<i>Planobispora</i>)	(92)
(七) 游动单孢菌属 (<i>Planomonospora</i>)	(94)
(八) 北里菌属 (<i>Kitasatoa</i>)	(96)
(九) 间孢囊菌属 (<i>Intrasporangium</i>)	(98)
(十) 孢囊链霉菌属 (<i>Streptosporangium</i>)	(98)
(十一) 小耳孢囊菌属 (<i>Microellobosporia</i>)	(102)
(十二) 小棘孢菌属 (<i>Microechinospora</i>)	(103)
五、嗜皮菌科 (<i>Dermatophilaceae</i>)	(104)
(一) 嗜皮菌属 (<i>Dermatophilus</i>)	(105)
(二) 地嗜皮菌属 (<i>Geodermatophilus</i>)	(105)
六、弗兰克氏菌科 (<i>Frankiaceae</i>)	(106)
弗兰克氏菌属 (<i>Frankia</i>)	(106)

第六章 分枝杆菌目 (*Mycobacteriales*)

分枝杆菌科 (<i>Mycobacteriaceae</i>)	(108)
分枝杆菌属 (<i>Mycobacterium</i>)	(108)

第七章 抗菌素的筛选

一、抗菌素的筛选方法	(110)
二、抗菌素的测定方法	(112)
三、在抗菌素筛选中存在的问题	(114)

第八章 新技术在放线菌分类中的应用

一、细胞化学组分在放线菌分类中的作用	(116)
二、DNA 碱基组成在放线菌分类中的意义	(120)
三、红外光谱在放线菌分类中的应用	(123)
四、脂肪酸组分在放线菌分类中的作用	(126)
五、数值分类	(127)
参考文献	(129)
附录 1 染色剂的配制与染色程序	(134)
附录 2 主要的培养基	(139)
附录 3 全细胞氨基酸与糖的分析	(145)

第一章 放线菌的基本知识

一、什么叫放线菌

放线菌由于菌落呈放射状而得名。它具有生长发育良好的菌丝体，其直径为 0.2—1.2 微米。革兰氏染色阳性。放线菌是哈尔兹 (Harza) 于 1877 年发现的，当时他所发现的是一种厌气寄生的牛型放线菌 (*Actinomyces bovis*)，从那个时候起就引用了放线菌这个属名 *Actinomyces*，后来把腐生好气的这类菌也叫做放线菌。1948 年瓦克斯曼 (Waksman) 把好气腐生的放线菌另立为链霉菌属 (*Streptomyces*)，而将厌气寄生的仍叫放线菌属。我们这里所说的放线菌并不是指放线菌属而言，而是放线菌类总的称呼。

二、放线菌与人类的关系

放线菌大部分是腐生菌，少数是寄生菌。腐生型放线菌在自然界的物质循环中起着一定作用。有的菌与植物共生，固定大气氮，如弗兰克氏菌属。有的菌产生抗菌素，抗菌素是用于医疗卫生的主要药物之一，据不完全统计，至目前为止由放线菌产生的抗菌素约 1,700 种左右，其中在临床和农业生产上有使用价值的约数十种，如链霉素、土霉素、金霉素、卡那霉素、争光霉素、春雷霉素、灭瘟素等。另外放线菌还产生各种酶和维生素等，目前弗氏链霉菌等产生的蛋白酶已在皮革脱毛工业上应用。此外在甾体转化、石油脱蜡、烃类发酵、污

水处理等方面也有所应用。寄生型放线菌能引起动物和植物的病害,除分枝杆菌所引起的肺结核、麻疯病外,放线菌所引起的动物病害主要有放线菌病 (*Actinomycosis*) 和诺卡氏菌病 (*Nocardiosis*)。前者是由许多种放线菌 (*Actinomyces* spp.) 所引起的如皮肤病、脑膜炎、肺感染和脚感染等疾病。后者是由诺卡氏菌 (*Nocardia* spp.) 所引起的人和家畜的皮肤和肺感染以及足菌病等。放线菌所引起的植物病害如马铃薯和甜菜等的疮痂病。从上述事实看出,放线菌与人类的关系是非常密切的。尤其近二、三十年来,随着医疗卫生和防治植物病害的需要,许多国家对放线菌的研究都给予极大的重视。

三、放线菌在自然界中的分布

放线菌在自然界中主要生存于陆地和淡水中,在大气中常有悬浮,海洋中则比较少见。尤其是土壤为这类微生物的主要习居场所,无论在种类和数量上都比在其他地方繁多。土壤的性质、季节、植被种类等条件都影响土壤里生存的放线菌的种类和数量。一般来说,在中性或偏碱性的土壤和有机质丰富的土壤中较多,南方比北方为多,特别是春季、秋季比夏季和冬季多。放线菌以孢子和菌丝片段的形式存在于土壤中,每克土壤内可含有数万、数十万或数百万的孢子。

由于各类放线菌的形态和生理上的差异,不同属放线菌的生态分布也不尽完全一样。如链霉菌属 (*Streptomyces*) 适宜在含水量较低、通风较好的土壤中生长;游动放线菌属 (*Actinoplanes*)、孢囊链霉菌属 (*Streptosporangium*) 喜欢在潮湿的土壤或河边、沟旁的残株腐叶上生长;小单孢菌属 (*Micromonospora*) 在湖泊、河泥、厩肥与堆肥中较多;在高热的堆肥中嗜热放线菌生长比较多;而在海洋内则可能有嗜盐的放线

菌存在。

四、放线菌的生活史和形态特征

放线菌的孢子和孢囊孢子在适宜的环境下吸收水分(图1),膨胀萌发,生出芽管1—3个,芽管伸长长出分枝,分枝越来越多,形成菌丝体。因其菌丝体长在培养基内,即基内菌丝体或称营养菌丝体,有人叫做初级菌丝体或一级菌丝体。基内菌丝体一般没有横隔,即使有也非常少,由于菌丝体长入培养基内和紧贴在培养基表面,并纠缠在一起形成密集的菌落,所以

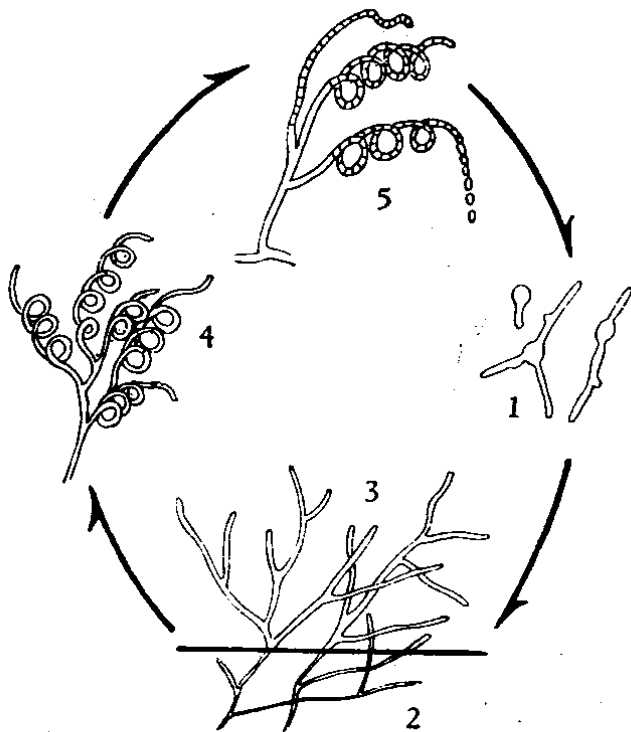


图1 链霉菌的生活史简图

1. 孢子萌发 2. 基内菌丝体 3. 气生菌丝体
4. 孢子丝 5. 孢子丝分化为孢子

用接种针将整个菌落自培养基挑起而不破裂。基内菌丝体大部呈黄、橙、红、紫、蓝、绿、灰、褐甚至黑色,但也有的无色。它产生的色素有溶于水的为水溶性色素;溶于有机溶剂的为脂溶性色素。

基内菌丝体发育到一定阶段,由基内菌丝体向空间长出的菌丝体叫做气生菌丝体,或叫二级菌丝体。在显微镜下观察时,气生菌丝体颜色较深,且较基内菌丝体粗两倍左右。

气生菌丝体发育到一定阶段,在它上面形成孢子丝。孢

子丝形状有直、波曲、螺旋、轮生之分(图 2—1)。

螺旋有松、紧、大、小之分,其螺旋的方向又有左旋与右旋之分,大多数种为左旋,少数为右旋。螺旋的数目也是种的特

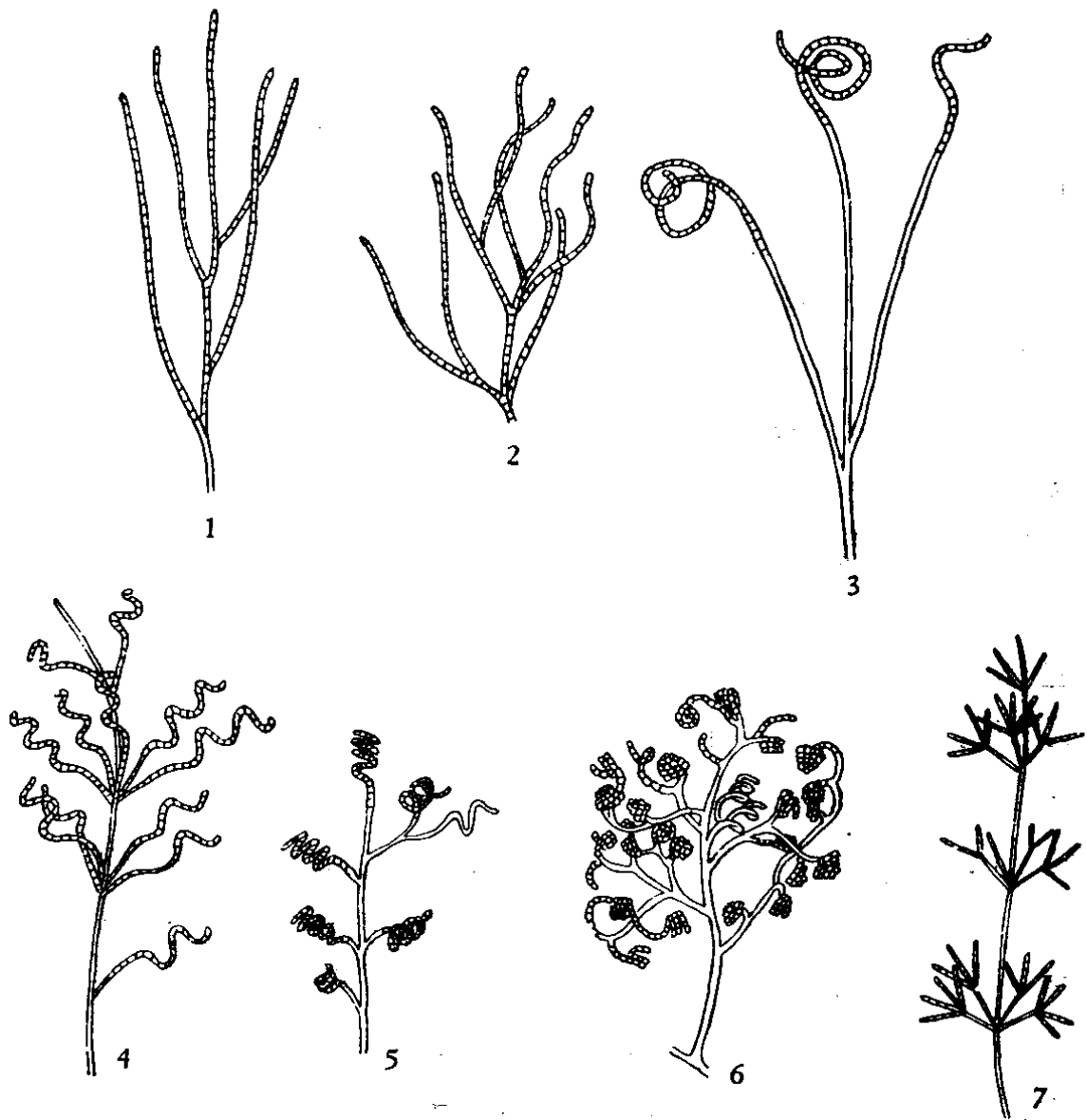


图 2-1 不同类型孢子丝

1. 孢子丝直,单槎分枝,委内瑞拉链霉菌(*S.* venezuelae*) 2. 孢子丝丛生,波曲,灰色链霉菌(*S. griseus*) 3. 孢子丝顶端大螺旋,薰衣草链霉菌(*S. lavendulae*) 4. 孢子丝松螺旋(一级轮生),诺尔斯氏链霉菌(*S. noursei*) 5. 孢子丝紧螺旋,紫黑链霉菌(*S. violaceoniger*) 6. 孢子丝紧螺旋呈团,灰藤黄链霉菌(*S. griseoluteus*) 7. 孢子丝短而直(二级轮生),红色轮丝链霉菌(*S. rubroverticillatus*)

* *S.* 系 *Streptomyces* 的缩写。

征之一。

轮生的孢子丝指孢子丝从一点分出，长出三个以上孢子枝，叫做轮生枝。有一级与二级轮生之分，孢子丝直形或螺旋形。

孢囊菌的孢囊，有的在气生菌丝体上形成，有的在基内菌丝体上形成，有的在两种菌丝体上都形成。孢囊成熟后，孢囊内形成大量孢囊孢子。

孢子丝长到一定阶段即形成孢子，其形成方式有两种：(1) 凝聚分裂；(2) 横隔分裂。大部分放线菌的孢子是凝聚分裂而形成的，其形成过程是：首先是孢子丝的原生质围绕着核区分为个别小段，逐渐凝聚成椭圆或圆形，外面形成新的细胞膜与壁，原来的细胞壁溶解了，这样形成的孢子呈长圆、椭圆或球形（图 2-2）。横隔分裂是孢子丝先形成横隔，后断开，断裂的部位像刀切一样的整齐（图 2-3）。一般认为横隔分裂比较原始，如诺卡氏菌，菌丝均经横隔分裂而形成杆状或柱状体。

除孢子和孢囊孢子萌发长出新的菌体外，菌丝体断裂的

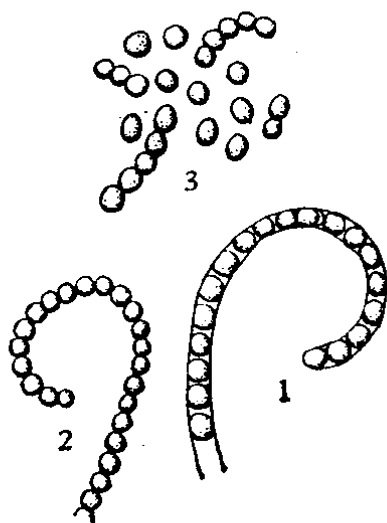


图 2-2 凝聚分裂方式形成孢子，天蓝色链霉菌 (*S. coelicolor*)

1. 孢子丝的原生质区分为个别的小段，并渐趋圆形 2. 孢子形成，原来外壁消失 3. 成熟的孢子

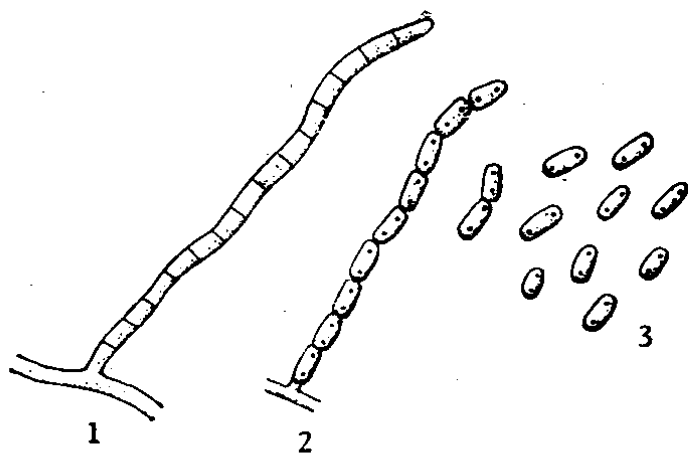


图 2-3 横隔分裂方式形成孢子,裂生孢链霉菌 (*S. oidiosporus*)

1.孢子丝形成横隔 2.沿横隔断裂而成杆状孢子 3.成熟的孢子

片段也可繁殖成新的菌体,液体发酵一般都是由基内菌丝体的片段繁殖。

孢子具有不同形状,有球形、椭圆形、杆状、柱状、瓜子形等,在光学显微镜下就能看清。因为从一个孢子丝分化而来的孢子可能有各种不同的形状,不能一概以孢子的大小和形状作为区分种的重要指标之一,还要结合孢子表面结构来加以区分。在电子显微镜下可见到有的孢子表面光滑,有的孢子表面生有小疣,有的有刺(粗、细、大、小、长、短不同),有的带有毛发(图 3)。孢子的表面结构在鉴定种时很重要,是形态特征不可缺少的项目之一。到目前为止,一般孢子丝直或波曲的,所形成孢子的表面均为光滑的,没有发现带刺的;如果孢子丝为螺旋形,则孢子的表面因种而异,有的种光滑,有的种带刺,有的种带毛发。

气生菌丝体的颜色,特别是孢子堆的颜色与孢子的表面结构也有一定的关系,如白、黄、淡灰黄、淡紫的孢子一般都是光滑的;粉色的孢子只有极少数带刺;灰色的孢子有光滑的、也有带刺的或毛发的;青色的孢子绝大部分为带刺或毛发。

孢囊菌的分生孢子即相当于链霉菌属的孢子,其孢囊有

各种形状。孢囊孢子是在孢囊内形成，一般有椭圆、球形、杆状、无鞭毛或带有一根、两根、丛生或周生鞭毛。

放线菌虽然有发育良好的菌丝体，但是大部分无横隔，且为单细胞，至今尚未发现它的有性世代。用现代镜检技术，对放线菌超薄切片进行细胞学的研究，在菌丝和孢子内未看到具体形状的细胞核，没有核膜、线粒体等，但仅含有核物质。因此，放线菌属于原核微生物。

五、放线菌在微生物中的分类地位

由于放线菌形成分枝的菌丝体，有气生菌丝体和基内菌丝体之分，又形成孢子，再加上在固体和液体培养基内的生长形状很像真菌。所以在 19 世纪末至 20 世纪初，人们常把它列入真菌。随着微生物分类学的深入研究，确认放线菌与细菌的关系比同真菌的关系更为密切，后来才把它列入细菌^[1,2,3]。

1. 放线菌与细菌的细胞都不具有完整的核，由一团脱氧核糖核酸（DNA）的小纤维构成，没有核膜、核仁、线粒体等。由于它的核组织较为简单，所以属于原核微生物；真菌（包括酵母菌）则有真正的细胞核，属于真核微生物。

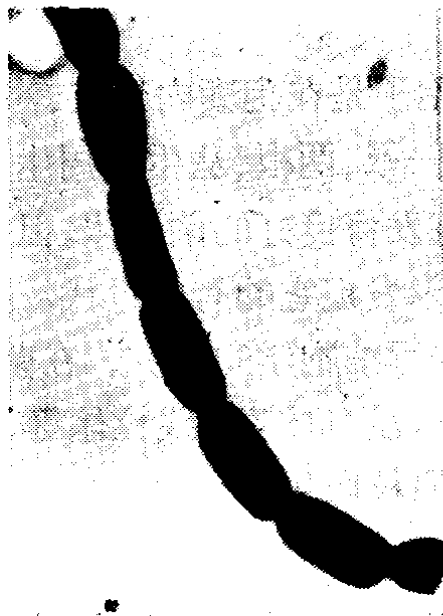
2. 放线菌的菌丝和孢子的直径细小，通常为 0.2—1.2 微米；而真菌的菌丝和孢子则较大，一般比放线菌大几倍至几十倍。

3. 放线菌和细菌的细胞壁都是由粘多糖构成粘复和体；而真菌的细胞壁由纤维素和几丁质构成。

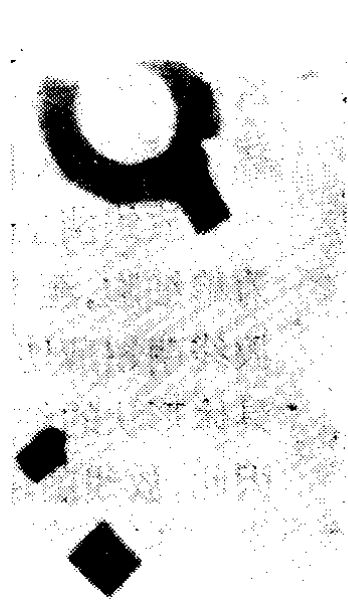
4. 放线菌和细菌均易受噬菌体侵染，噬菌体的形状多为蝌蚪形；而真菌的噬菌体为球形或杆状，近似高等动、植物的病毒。



1



2



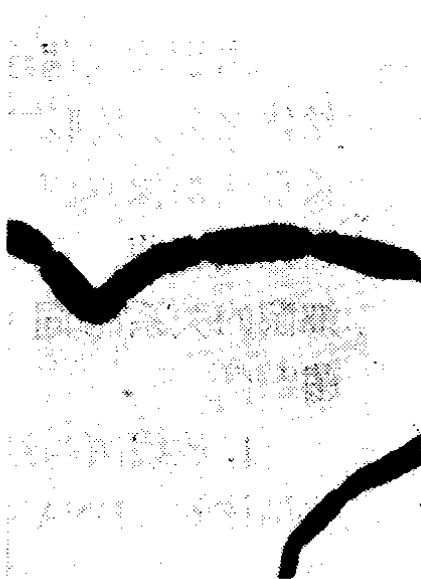
3



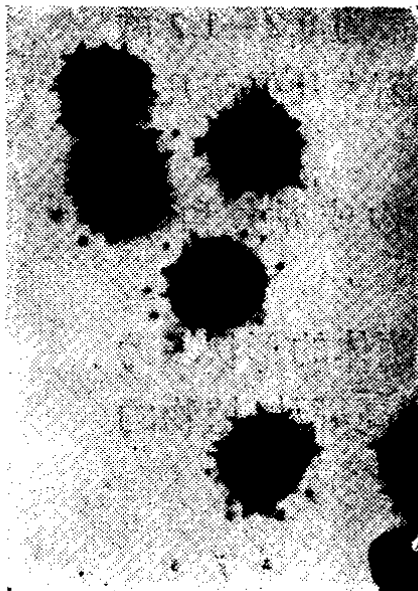
4



5



6



7



8



9

5. 对抗菌素的敏感性,凡是对细菌有抑制作用的抗菌素,对放线菌也有抑制作用;而抑制真菌的抗菌素则往往对放线菌无抑制作用。

6. 放线菌同大部分细菌一样,对酸敏感,在 pH 6—7 下生长好;而真菌对酸要求不严格,在 pH 4 的条件下也能生长。

7. 游动放线菌科中某些菌的鞭毛外形基本上与细菌的鞭毛相类似,而真菌的鞭毛有尾鞭与茸鞭,鞭毛的超微切片系九二鞭毛。

8. 用遗传变异的方法进行试验,证明放线菌(即链霉菌)、原放线菌(即诺卡氏菌)、分枝杆菌和芽生球菌相近,而且也和许多革兰氏阳性细菌如乳酸菌、丙酸菌等相近。

放线菌虽然与细菌相近,但与细菌的区别在于放线菌有真正分枝的菌丝体,而细菌没有菌丝体。

根据上述材料充分说明,放线菌虽然是介于细菌和真菌之间的一类微生物,但是它在微生物中的分类位置应在细菌之中,而不属于真菌。

六、放线菌分类原则

放线菌与一切生物一样都按国际命名法规命名,生物界

图 3 链霉菌孢子形状与其表面结构类型

1. 孢子长椭圆形,表面结构光滑,柱形孢链霉菌 (*S. cylindrosporus*)
2. 孢子杆状,表面结构光滑,浅灰链霉菌 (*S. griseolus*)
3. 孢子柱形,表面结构光滑,红色柱形孢链霉菌 (*S. rubrocylindrosporus*)
4. 孢子杆状、椭圆,表面结构疣状,橄榄色链霉菌 (*S. olivaceus*)
5. 孢子瓜子形,表面结构小刺,不吸水链霉菌 (*S. ahygroscopicus*)
6. 孢子长杆状,表面结构小刺,黑化链霉菌 (*S. nigrificans*)
7. 孢子圆形或球形,表面结构刺粗而短,烬灰绿链霉菌 (*S. cineroviridis*)
8. 孢子椭圆,表面结构长刺,淡蓝褐链霉菌 (*S. coeruleofuscus*)
9. 孢子椭圆,表面结构毛发状,浅灰绿链霉菌 (*S. griseoviridans*)