



链霉菌鉴定手册

中国科学院微生物研究所
放线菌分类组编著

科学出版社

内 容 提 要

本手册,根据形态培养特征为主、生理生化特性为副的分类原则,首先把国内外发表的大约八百多种链霉菌分为14个类群,再以比较简明的方式列举了每个种和变种的鉴别特征。此外还介绍了这属菌在放线菌目中的分类位置、它的生活史、分离和培养的方法以及抗菌素常用的筛选方法。最后附有链霉菌产生的约一千种抗菌素的简表。

本手册可供从事放线菌分类、抗菌素筛选和有关微生物工作的广大工农兵、科技工作者、知识青年以及大专院校的师生参考。

链 霉 菌 鉴 定 手 册

中国科学院微生物研究所放线菌分类组编著

*

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

*

1975年4月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1975年4月第一次印刷 印张:21 插页:16

印数:0001—6,050 字数:484,000

统一书号:13031·276

本社书号:437·13—9

定 价: 2.95 元

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下,我国抗菌素工业出现了崭新的面貌。链霉菌是产生抗菌素的最主要的一属菌,因此链霉菌的分类工作,对寻找抗菌素具有重要的意义。

放线菌这类微生物是最著名的抗菌素产生菌,其中链霉菌产生抗菌素的种类最多,目前已报导了千余种,但有应用价值的不过几十种。从这一属菌找到的抗菌素早已在医疗卫生、工农业生产、人和动植物病害的防治、动物饲养、促进作物生长和食品保藏等方面起了很大的作用。几十年来世界各国一直以这属菌为筛选抗菌素的主要对象,而且有实用价值的抗菌素仍然不断出现,近年来又从中发现了几种有疗效的抗癌药物,因此更为世界各国所重视。

自从无产阶级文化大革命以来,各有关单位为了落实毛主席关于“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针,不但广泛开展了抗菌素的筛选工作,而且还从链霉菌中寻找蛋白酶等酶制剂的生产菌、菌体转化菌以及促进作物生长的菌种等,因此对于这属菌的分类鉴定工作提出迫切的要求。

我们遵照毛主席关于“**要认真总结经验**”和“**洋为中用**”的教导,对于国内外以往的一些工作和大量的菌种鉴定资料进行了整理和总结,从普及的角度出发,简明地写出这本手册,希望能对从事微生物方面的广大工农兵和科学工作者有些参考价值,使微生物的分类工作更好地为社会主义革命和社会主义建设服务。

在手册编写的过程中,曾向各有关单位征求了意见,各兄

弟单位给我们提出了许多宝贵的意见。我们根据各方面的意见和要求,在内容上进行了修改和补充,在此对兄弟单位的关怀和支持深表谢忱。

在这本手册中,汇集了链霉菌约 800 种,链霉菌产生的抗菌素近千种。由于我们的政治和业务水平所限,书内难免存在着缺点,希望广大读者给予指正。让我们在毛主席的无产阶级革命路线指引下,**团结起来,争取更大的胜利!**

编 者 1972. 5.

目 录

前 言	iii
第一章 放线菌分类的一般知识	1
一、放线菌类在微生物分类中的位置	1
二、放线菌类的分类原则	2
三、放线菌目的分类概况	3
四、放线菌分类的意义和作用	6
五、链霉菌的生活史	8
第二章 链霉菌的分离、分群和鉴定	11
一、链霉菌的分离	11
1. 土壤采集	11
2. 分离方法	11
二、链霉菌种分群的程序	13
三、链霉菌种的鉴定方法与流程	13
四、菌种的保藏	17
第三章 链霉菌各类群的鉴定	19
一、白孢类群	21
二、黄色类群	56
三、球孢类群	72
四、粉红孢类群	96
五、淡紫灰类群	146
六、青色类群	162
七、烬灰类群	186
八、绿色类群	218

九、蓝色类群	240
十、灰红紫类群	260
十一、灰褐类群	291
十二、金色类群	327
十三、吸水类群	389
十四、轮生类群	411
第四章 抗菌素的筛选	467
附录一 链霉菌菌种名录及文献	472
附录二 链霉菌抗菌素名录及文献	522
附录三 培养基	658

第一章 放线菌分类的一般知识

一、放线菌类在微生物分类中的位置

放线菌类,特别是其中分布最广、种类最多、已知能够产生千余种抗菌素的链霉菌,菌落密致,绝大部分都产生毛、絮、绒或粉状的气生菌丝体和成链的分生孢子,外观很象真菌,所以从十九世纪末到廿世纪初,长期被放在真菌里面。后来,从自然界特别是从土壤中分离出来的菌株渐多,经过多方面越来越广泛深入的研究,大家对于它们的认识,也逐步明确起来,原来这是些外貌虽似真菌而实质上和细菌却非常接近的微生物,这可以从以下几方面看出来。

1. 放线菌和细菌的细胞核都是组织比较简单的,主要由脱氧核糖核酸组成的小纤维构成,没有核膜,属于原核微生物。真菌的细胞核组织比较完善也比较大,是一类真核微生物。

2. 放线菌和细菌的细胞壁的成分都是粘多糖构成的粘复合体,而真菌细胞壁则由纤维素,几丁质等取得其强度。

3. 放线菌的菌丝和孢子的直径大小与细菌近似,通常为1微米上下;真菌菌丝和孢子的直径则要大得多。

4. 放线菌和细菌都常受形态近似的噬菌体的侵害,而真菌则很少受形态显然不同的噬菌体的侵害。

5. 放线菌对于对细菌有作用的抗菌素敏感,而对于只对真菌有作用的抗菌素有抵抗力。

6. 放线菌象大部分细菌一样,对酸敏感,而真菌则多喜欢

酸性环境。

7. 有人曾用实验变异的方法证明链霉菌、诺卡氏菌(即原放线菌)分枝杆菌和芽生球菌等属菌之间的亲缘关系非常密切。分枝杆菌一方面和丙酸菌、乳酸菌等有密切关系;另一方面与芽生球菌和链球菌,细球菌等有密切关系,我们认为分枝杆菌是放线菌类和革兰氏阳性细菌的过渡型,芽生球菌是放线菌类和球形细菌的中间型。

放线菌类和细菌的主要区别,在于其细胞有真正的分枝,时常形成菌丝体。

二、放线菌类的分类原则

放线菌的分类原则,一向以形态、培养特征为主,生理、生化和生态特性为副;在划分科、属时基本以形态为主要根据,有时还须参考生态条件。在形态方面,菌丝体完善程度和是否断裂、是否形成孢囊、有无气丝、有无孢子;孢子是单个、成对还是成链;在气丝上、在基丝上还是在两种菌丝体上都产生孢子。有孢囊的种要考虑孢囊和孢囊孢子的形态、孢囊孢子是否能运动、鞭毛的位置和数目等。在生态条件方面主要说明是好气还是嫌气、腐生还是寄生以及生长温度等。近年来越来越多地研究细胞壁的化学组分和菌丝体内脱氧核糖核酸的碱基比例和组成在分类中的作用。

链霉菌的分类原则也是以形态、培养特征为主,生理生化和生态特性为副的。最重要的形态特征是孢子丝的形状和排列方式,以及孢子的表面结构,其次是单个菌落的形态。最重要的培养特征首先是气生菌丝体,特别是成堆的孢子的颜色,然后是基内菌丝体的颜色,和可溶性色素的有无。

生理、生化特性、在复杂蛋白质培养基内是否产生黑色

素、以及对于各种碳源的利用情况等一般认为是比较重要的。其次是蛋白酶、淀粉酶、纤维素酶的活性、是否产生硫化氢等。

对各类微生物的拮抗性是抗菌素筛选所必须阐明的，也是一个种的必具的描述特征。

在生态条件方面，首先应说明是从什么环境里分离出来的，腐生还是寄生，对于温度和酸碱度的要求等都应考虑到。

三、放线菌目的分类概况

由于抗菌素的大量筛选和其他方面越来越广泛的利用，放线菌类逐渐受到各国人民的重视，它们的分类学研究也相应地得到迅速发展。现在世界上已经描写了 30 多个属，我们把其中比较明确的科、属列为检索表如下以供参考，比较重要的属用重点标明。

放线菌目 ACTINOMYCETALES Buchanan, 1917

- I. 菌丝体多方向分裂为成迭的立方形细胞堆
..... 嗜皮菌科 *Dermatophilaceae* Austwick, 1958
 - 1. 人和动物的皮肤寄生菌
..... 嗜皮菌属 *Dermatophilus* van Saceghem, 1915
 - 2. 土壤腐生菌.....地嗜皮菌属 *Geodermatophilus* Luedemann, 1968
- II. 与植物共生的放线菌，有菌丝体阶段
..... 弗兰克氏菌科 *Frankiaceae* Becking, 1970
..... 弗兰克氏菌属 *Frankia* Brunchorst, 1886
- III. 基内菌丝体分裂成杆菌或球菌状小体
..... 放线菌科 *Actinomycetaceae* Buchanan, 1918
 - 1. 只有基内菌丝体¹⁾，无气生菌丝体²⁾，嫌气.....

1) 以下简称基丝。
2) 以下简称气丝。

-放线菌属 *Actinomyces* Harz, 1877
- 2. 只有基内菌丝体, 无气生菌丝体, 好气.....
-罗氏菌属 *Rothia* Georg et Brown, 1967
- 3. 似 *Actinomyces* 但胞壁内有二氨基庚二酸, 产丙酸
-蛛网菌属 *Arachnia* Pine et Georg, 1969
- 4. 过氧化氢酶阴性的土壤放线菌
-土壤霉菌 *Agromyces* Gledhill et Casida, 1969
- 5. 有时有气丝, 两种菌丝体都断裂成小体, 不能运动.....
-诺卡氏菌 *Nocardia* Trevisan, 1899
- (原放线菌 *Proactinomyces* Jensen, 1934)
- 6. 同 *Nocardia* 但能运动.....
-厄氏菌属 *Oerskovia* Sukapure et al., 1970
- IV. 基丝不断裂, 只有气丝形成孢子链
-链霉菌科 *Streptomycetaceae* Waksman et Henrici, 1943
- 1. 孢子丝直、钩状、螺旋形或轮生.....
-链霉菌属 *Streptomyces* Waksman et Henrici
- 2. 形成菌核.....钦氏菌属 *Chainia* Thirumalachar, 1955
- 3. 形成分生孢子器
-孢器放线菌属 *Actinopycnidium* Krassilnikov, 1962
- V. 孢子单个或成短链
- 寡孢菌科 *Paucisporaceae* Yen, 1959
- 一、只有基丝, 无气丝, 孢子单个生长
- 1. 基丝不分裂.....小单孢菌属 *Micromonospora* Oerskov, 1923
- 2. 基丝分裂.....
-原小单孢菌属 *Promicromonospora* Krassilnikov, 1961
- 二、有基丝和气丝
- (一) 基丝分裂
- 1. 两种菌丝体都产生单个孢子和短孢子链.....
-小多孢菌属 *Micropolyspora* Lechevalier et al., 1961
- (二) 基丝不分裂
- 1. 两种菌丝体上都产生单个孢子.....
-高温放线菌属 *Thermoactinomyces* Tsiklinsky, 1899

2. 同 1, 孢子柄两歧分枝
..... 两歧放线菌属 *Actinobifida* Krassilnikov, 1964
3. 只在气丝上产生单个孢子.....
..... 高温单孢菌属 *Thermomonospora* Henssen, 1957
4. 只在气丝上产生成纵对的孢子.....
.....小双孢菌属 *Microbispora* Nonomura et Ohara, 1957
(瓦氏菌属 *Waksmania* Lechevalier, 1957)
5. 只在气丝上产生四孢短链.....
.....小四孢菌属 *Microtetraspora* Thiemann, 1968
- VI. 形成孢囊 游动放线菌科 *Actinoplanaceae* Couch, 1955
1. 孢囊在菌丝间形成
..... 间孢囊菌属 *Intrasporangium* Kalakoutsky, 1967
2. 孢囊在孢囊柄顶端形成

(一) 孢囊孢子能运动

1. 孢囊近球形或不规则, 通常无气丝, 孢囊孢子带从生鞭毛.....
.....游动放线菌属 *Actinoplanes* Couch, 1955
2. 孢囊形状很不规则, 孢囊孢子短杆状
..... 无定形孢囊菌属 *Amorphosporangium* Couch, 1963
3. 孢囊筒形, 瓶形; 孢囊孢子杆状带一鞭毛
.....小瓶菌属 *Ampulariella* Couch, 1964
4. 孢囊球形, 孢囊孢子杆状, 弯曲带侧生鞭毛.....
.....螺孢菌属 *Spirillospora* Couch, 1963
5. 孢囊指状, 2—3 个孢子在孢囊内成一直行, 能运动
.....指孢囊菌属 *Dactylosporangium* Thiemann, 1967
6. 孢囊棒状, 单生, 孢囊孢子成直行, 有极生单毛, 有气丝.....
.....北里菌属 *Kitasakoa* Matsumae et Hata, 1968
7. 孢囊孢子成纵对, 能运动
..... 游动双孢菌属 *Planobispora* Thieman & Beretta, 1968
8. 孢囊成排并列, 只含一能运动的孢囊孢子
.....游动单孢菌属 *Planomonospora* Thiemam, 1967

(二) 孢囊孢子不能运动

- 1. 孢囊近球形, 孢囊孢子近球形或短杆状
..... 孢囊链霉菌属 *Streptosporangium* Couch, 1955
- 2. 孢囊荚状或梭形, 孢囊孢子成短链, 有气生孢子丝
..... 鞘孢囊菌属 *Elytrosporangium* Morais et al., 1966
- 3. 孢囊棒状只含一短孢子链
..... 小耳孢囊菌属 *Microellobosporia* Cross et al., 1963
(大孢菌属 *Macrospora* Zyganov et al., 1963)
- 4. 孢囊球形或长圆, 时常带粗刺, 含 1—3 个孢囊孢子
..... 小棘孢菌属 *Microechinospora* Konev et al., 1967

四、放线菌分类的意义和作用

放线菌的分类和其他微生物的分类一样, 其目的不但在于认识这类微生物, 而更重要的还在于有助于开发这类微生物的资源利用。文化大革命以前, 放线菌分类工作也受了修正主义科研路线的毒害, 走上了三脱离的道路。通过革命大批判, 我们既批判了为分类而分类的三脱离的倾向, 又批判了分类“无用论”的无所作为的思想, 重新端正了科研工作的方向。这就大大提高了我们的路线斗争觉悟, 大家满怀信心, 坚决沿着毛主席的革命路线, 走与工农兵相结合的道路, 理论与实践相结合, 为社会主义建设做出贡献。

近年来, 虽然在蛋白酶、维生素、甾体转化等方面开扩了越来越广泛的资源利用, 但链霉菌类的重要性仍然在于它们是抗菌素的主要来源, 所以我们重点地讨论放线菌分类在抗菌素筛选中如何起作用的问题, 在进行其他有用菌种和物质的筛选时, 也可参考。

放线菌分类对于抗菌素筛选能够起到很大的协助作用,

在筛选的每一步都可以得到分类的帮助。例如，在分离菌种的平板里，出现许多链霉菌的菌落，如果有许多是相同的，很可能就是从土壤中一个菌落分散出来的孢子发育而来的，因此没有必要把它们全部都挑出来。一般只挑出一小部分就够了，这是减少工作量的第一步。分离出几百或几千株菌后，在一两种斜面上培养比较，很容易看出那些是相同或者相似的菌株。如果相同的很多，就应该只选择其中的一部分进行抗菌谱的测定，这是减少工作量的第二步。测定一批或几批菌后，有抗菌作用的菌株一般是少数，而且种类也不多，这里面相同的菌株的数目是相当大的，只需选择其中的一部分做进一步的研究。这是减少工作量的第三步。要注意挑选形态、培养特征虽然相同但在抗菌谱上有差异、活力不同的菌株，它们产生的抗菌素可能不同。然后对抗菌素的纸层析和电泳的资料以及菌种鉴别的资料统一考虑就可以知道那些菌产生的抗菌素是相同的，只对其中的一两株菌产生的抗菌素进行鉴定就可以了，这是减轻工作量的第四步。产生菌的形态和培养特征或某些特殊的生理生化特性在抗菌素的鉴定中很可以起协助作用，因为虽有不少例外，但相同的菌产生相同的抗菌素，这是一般规律，是分类协助筛选的第五步。遵照伟大领袖毛主席关于“**实践、认识、再实践、再认识**”的教导，我们筛选的菌种越多，对于菌和素的认识越来越明确，有些菌和素是我们常遇到的，甚至有的是已知抗菌素，下次再遇到这类菌就不必再筛选了，这是分类协助筛选的第六步。一些在分类上是新的菌种，它们产生新抗菌素的可能性也比较大，更应仔细研究它们产生的抗菌素，这是分类协助筛选的第七步。抗菌素鉴定完毕，也必须有菌种的鉴定才能构成一份完整的资料，这是分类与筛选相结合的第八步。在寻找已知优良抗菌素产生菌的时候，根据链霉菌分类鉴定特征进行定向筛选，可以大大加快

进程。我国已经用这个方法获得了几种很有价值的抗菌素,例如,争光霉素(博来霉素)的生产菌,根据形态特征用比较短的时间就找到了。当然首先要有为人民服务的精神和坚强的革命意志,才能发挥冲天的干劲,但是采集无数份土样,分离到成万株菌,如果没有分类特征的帮助,遇到的困难必然要增加许多倍,在这样短的时期内胜利完成任务是很困难的。

当然,链霉菌分类也应在抗菌素或其他活性物质的筛选中吸取经验,改进鉴定方法为改造和发展分类提供线索和依据。链霉菌分类只有与生产实践特别是抗菌素的筛选相结合,才能蓬勃发展。

五、链霉菌的生活史

链霉菌成熟的孢子在适宜的环境里就会萌发,先吸收水分膨大,然后长出1—2个芽管,在蒸馏水中正常的孢子都可以萌发。但芽管增长,则需要一定的养料,芽管伸长,分枝越多,发育成菌丝体或一级菌丝体。营养菌丝体一般没有横隔膜或者在较老的部分偶尔有也极少。其形状弯曲,分枝很多彼此交织在一起成密集的团块。一般用接种环不易取出它的一部分,经常用钩针切割小团块,移植在新鲜培养基内使之继续生长。链霉菌的营养菌丝体时常产生黄、褐、红、绿、蓝等鲜艳的色素。水溶性的色素溶于培养基内;脂溶性的色素不溶于培养基内。

营养菌丝体发育到一定的程度积累了足够的养分就要向空间长出气丝或者叫做二级菌丝体。随着种的不同,气丝有的发育茂盛,长得很长,这时就时常呈毛状或絮状;但大部分的种气丝生长中度呈绒状;有一些种,普通气丝长得很少很短,

但孢子丝非常多,断裂成孢子就使气生菌丝体呈粉状。普通气生菌丝体绝大部分都呈白色少数的种呈米色、灰白、黄白、粉白色,个别的种呈淡橙或肉色。

在气丝枝上长孢子丝,孢子丝呈直、波曲、钩状或螺旋形,螺旋有松敞和紧密之分,圈数多寡不同,从1到10多圈,大部3—5圈,有的孢子丝从基部就盘绕成螺旋,有的有短柄或长柄,形成顶端螺旋。还有一些种的孢子丝围绕普通气丝构成的轴丝轮生,一级轮生的较少,大部分都是二级轮生的。这时一级轮生枝只是孢子柄,二级轮生枝才是孢子丝。孢子丝内细胞质较浓,细胞核也较多,孢子丝成熟后即断裂成孢子。断裂方式又有凝聚分裂和横隔分裂的区别,大部分的种,孢子由凝聚分裂形成。孢子丝的原生质先围绕细胞核凝聚成团,长出新的细胞膜和细胞壁,老的细胞壁中空的部分由于大气压力的作用贴在一起构成连接各个孢子的小键,使整个孢子链呈串珠状,这样形成的孢子两端浑圆。少数的种的孢子丝由横隔膜的中间解裂而成,这样形成的孢子两端平切,最初呈方形或长方形。一般认为横隔分裂的方式是比较原始的,如诺卡氏菌(即原放线菌)的孢子都是这样形成的。

孢子的形状,少数球形,大部椭圆形,还有一些长圆或柱形的,个别种的孢子呈梭形、半月或不规则梭形,这是在普通显微镜下面可以看到的。在电子显微镜下面还可见孢子的表面并非全是光滑的,有的有折皱,有的有小突起(又称疣状),有的有刺,刺又有长、短、粗、细和疏密之分,还有少数的种的孢子披有较长的毛发。

成堆的孢子的颜色是极为重要的分类指征。有各种色调的白色、淡绿、灰黄、黄、淡粉红、丁香、肉桂以及各种色调的灰色,淡紫灰、青灰、黄灰、褐灰、烟灰、烬灰等,每种颜色都有深浅不同。

孢子的表面的结构与孢子丝的形态和孢子的颜色有一定的相关性，由直或波曲的孢子丝形成的孢子几乎全部都是光滑或者带疣的，至今还没有证实有例外。成堆时呈白、黄或粉色的孢子绝大部分都是光滑的，个别的种带刺。灰色的孢子有的光滑有的带装饰物，青色的孢子绝大部分都带刺或毛发。

第二章 链霉菌的分离、分群和鉴定

一、链霉菌的分离

1. 土壤采集

链霉菌主要生长在土壤中，它在土壤微生物中占有相当大的比例。采土的时期与地区的选择，对获得链霉菌的种类与数量有很大关系。链霉菌在比较干燥、偏碱性、含有机质丰富的土壤中数量较多。不同植被或是不同性质的土壤也直接影响链霉菌的种类与数量。一般认为，南方地区的土壤中链霉菌的种类比北方地区土壤中花样较多。采土季节以春、秋二季为宜，但应避免在雨季中采土。

当选择好适当的地点后，用小铲除掉表土，取 5—10 厘米深处的土壤约 30—50 克，装入灭了菌的纸袋里。在纸袋上编号，写上采集地点、植被、土壤类型、日期等。

除了土壤以外，如湖泥、河畔、肥料以及植物病害严重发病地区，或是轻微发病地区，也可能有一些特殊作用的链霉菌存在。

土壤采集后，最好随即分离。否则需将土壤阴干，勿使土壤变潮生霉。

2. 分离方法

(1) 稀释法 称取采集的土壤(或阴干后的土壤)5 或 10 克，倒入盛有 45 或 90 毫升无菌水的三角瓶中，振荡 5—10 分钟左右，即成 1/10 浓度的悬液。静止后，取 1 毫升上悬液，制