

放線菌及其抗生素 分類鑑定指南

S. A. 瓦克斯曼 H. A. 洛舍瓦列 著

放線菌及其抗生素 分類鑑定指南

S. A. 瓦克斯曼 H. A. 洛舍瓦列 著

閻 遜 初 譯

科 学 出 版 社

1958

S. A. WAKSMAN & H. A. LECHEVALIER
ACTINOMYCETES AND THEIR ANTIBIOTICS
The Williams & Wilkins Company

內 容 提 要

这是以研究放線菌和抗生素聞名於世的学者瓦克斯曼和他的助手所編写的一本鑑定手册。在放線菌分类方面瓦氏除了闡述他自己的体系之外,还介紹了現代著名放線菌分类学家苏联学者克拉西里尼科夫的体系以及專研究小單孢菌的学者仁森對於这一屬的分类体系。如此就可使我們對於放線菌类羣分类的現狀有一个比較全面的了解。本書包括以下諸菌的描述:鏈霉菌(*Streptomyces*) 147种,小單孢菌(*Micromonospora*) 5种和从这一屬新分出來的高溫放線菌(*Thermoactinomyces*) 3种,諾卡氏菌(*Nocardia*) 43种和放線菌(*Actinomyces*) 2种,这些描述都很簡明而不失詳尽,對於我們認識已知种有很大的帮助,是做放線菌鑑定时必不可少的参考文献。

在抗生素方面本書共彙集放線菌类所产生的比較可靠的抗生素 108 种的描述,對於每一种一般都指出其生产菌种、可能有的同义名、提取方法、化学物理性能、抗菌譜、毒性、用途和文献出处,可以說是目前鑑定抗生素的唯一簡明指南。

放線菌及其抗生素分类鑑定指南

S. A. 瓦克斯曼 H. A. 洛舍瓦列 著

閻 遜 初 譯

*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华書店总經售

*

1958 年 8 月第一版

1959 年 8 月第二次印刷

(京) 1,549—2,518

書号: 1809 印型: 14,4/9

开本: 787×1092 1/16

字数: 271,000

定价: (10) 2.00 元

序 言

剛剛四年以前在題名為“放線菌”的那本書里對於有關放線菌的本質和生理的既得知識的總結曾做了一番努力。在那本書里並沒有試圖加入這些機體分類的任何詳細體系或是種的特徵的記述，因為那時 Bergey 氏手冊在這方面彷彿已經很夠用了。也沒有試圖詳細介紹放線菌所產生抗生素的特徵，因為那時關於這方面可靠的報導還相當有限。

近幾年來對於有產生抗生素的能力的放線菌特別是隸屬於鏈霉菌屬 (*Streptomyces*) 的種的篩選的迅速進展、多種抗生素在化學治療方面的應用以及許多放線菌新種描述的增添需要對於這些機體及其所產抗生素的分類位置和鑑定更加詳細介紹。在描寫這些新種時許多研究工作者都不能把他們新分離出來的培養和 Bergey 氏手冊末版內所描述者鑑定為同一種，結果他們時常不顧已建立的典型而寧願給這些培養另起新名。在各種雜誌甚至專利證書內都有這些新的描述。這本指南的首要目的就是要使這方面的工作者得能利用這些報導。描寫不充分或似乎是同義名的種並未列在這本指南里，但在正在編制的 Bergey 氏手冊新版內將可找到。

編寫這本指南時曾利用了最近30年放線菌分類中所取得的進展，對於 Orskov, Jensen, Waksman 和 Henrici, Erikson 和 Krassilnikov 的著作要多多致謝。但是，尤其是在放線菌的生理生化方面仍有許多工作需要做。特別是抗生素這一類羣代謝產物更是如此。由於這些物質已是如此性命悠關，我們曾努力把直到現在所分離出來的抗生素不論是粗製品還是純結晶都列舉出來並指出其突出的性能和用途。

編寫這本指南的首要目的在於使得研究放線菌所產抗生素者的工作更為容易並幫助他們鑑定這些抗生素和產生這些抗生素的機體。

作者們要向 H. B. Kitchen 先生表達真誠的感謝，他在这本書的編輯方面曾予協助並在其校對中也不辭勞苦地幫了忙。

第一部分 放線菌

S. A. 瓦克斯曼

目 录

序 言.....	i
----------	---

第一部分 放線菌

S. A. 瓦克斯曼

放線菌的分类.....	1
緒論.....	1
鏈霉菌屬 <i>Streptomyces</i>	2
标准培养基和标准生長条件的必要	3
Krassilnikov 的分类体系	5
Waksman 和 Henrici 的分类体系	7
以生产抗生素的观点把鏈霉菌分为一些重要的种羣	16
諾卡氏菌屬 <i>Nocardia</i>	24
Krassilnikov 的分类体系	24
Waksman 和 Henrici 的分类体系	26
小單孢菌屬 <i>Micromonospora</i>	28
Krassilnikov 的分类体系	29
Jensen 的分类体系(修正).....	30
高温放線菌屬 <i>Thermoactinomyces</i>	30
放線菌屬 <i>Actinomyces</i>	30
鏈霉菌 <i>Streptomyces</i> 种的描述.....	31
小單孢菌 <i>Micromonospora</i> 种的描述.....	129
高温放線菌 <i>Thermoactinomyces</i> 种的描述.....	132
諾卡氏菌 <i>Nocardia</i> 种的描述.....	134
放線菌 <i>Actinomyces</i> 种的描述.....	165

第二部分 抗生素

S. A. 瓦克斯曼和 H. A. 洛舍瓦列

放線菌产生抗生素.....	167
---------------	-----

抗生素类羣.....	170
放線菌抗生素鑑定檢索表 I.....	172
放線菌抗生素鑑定檢索表 II.....	178
放線菌抗生素的描述.....	185
回顧.....	238
参考文献选目.....	239
放線菌类各种索引.....	242
放線菌抗生素索引.....	245
放線菌和抗生素術語英文中譯对照表.....	247

放線菌的分类

緒 論

在企圖做放線菌的分类时,尤其是目的在於确定种的区別时,應該認識兩個重要的因素。那就是第一,这些机体有产生营养和气生菌絲体的能力;第二,培养有很大的變異性。必須用精確規定的培养基和标准培养条件以便於認識这些机体並确定可用於分类的区別。

放線菌的絲狀生長和真正分枝使它們和真正細菌区別开来。要辨別某些分枝桿菌的繁茂分枝和諾卡氏菌的生存不久的菌絲体即使並非不可能也时常是困难的,只是諾卡氏菌在其發育初期总要形成菌絲体。在分枝桿菌和諾卡氏菌之間有一种漸次的过渡。由於鏈霉菌总有显著的气生菌絲体而諾卡氏菌的气生菌絲体則是暫時的、不明确的,二者之間也有一定的过渡。

当区分諾卡氏菌和鏈霉菌时必须考慮以下的差別: 1. 諾卡氏菌通常不形成气生菌絲体,即便产生气生菌絲体也和机体所形成的营养菌絲体沒有区別而且永不形成螺旋;另一方面鏈霉菌則产生为其特征的气生菌絲体,时常帶着特有的螺旋,但是由於連續培养或在特殊条件下也可能失去形成气生菌絲体的性能。2. 諾卡氏菌是由於絲狀細胞內原生質凝聚和分裂繼以細胞膜溶解而繁殖,菌絲体分割的部分通常在适当的条件下由於芽管或側面發芽而發育成新鮮的菌絲体;鏈霉菌則产生真正的孢子或分生子,营养菌絲体不自然而然地分裂为桿菌狀或球菌狀类型,甚至在老年培养內也保持無橫隔而总是連貫的,因而就产生了特有的結構堅韌的皮革狀生長。3. 諾卡氏菌的气生菌絲体乃是营养菌絲体向上的伸展;不表現任何分化的原生質並且不产生孢子;另一方面,当一鏈霉菌失去产生气生菌絲体的能力,可能取得和諾卡氏菌相似的形狀,只是还具有其菌絲体的結構並且退化的鏈霉菌还能够再取得失掉的能力。4. 諾卡氏菌之所以不同於鏈霉菌还在於其中有些当生長在某些培养基上时表現耐酸性或部分耐酸性。

鏈霉菌种和小單孢菌种之間的区分不很困难,因为这兩屬在气生菌絲体的形成和孢子的产生上有显著的区別。当区分这兩屬的种和高温放線菌种时可能感到一些困难,因为高温放線菌和鏈霉菌同样产生气生菌絲体,和小單孢菌同样产生單

个的孢子,但是这些孢子是在气生菌絲体内产生的而小單孢菌的孢子宁可說是在营养菌絲体内产生的。

按照 Bergey 氏放線菌的分类

根据 Bergey 氏手册最末版,放線菌目 (ACTINOMYCETALES) 分为三科.分枝桿菌科 (Mycobacteriaceae),放線菌科 (Actinomycetaceae) 和鏈霉菌科 (Streptomycesaceae)。第一科包括分枝桿菌屬 (*Mycobacterium*) 不在本書範圍以內。第二科和第三科包括本書所要討論的真正放線菌。諾卡氏菌屬 (*Nocardia*) 和放線菌屬 (*Actinomyces*) 屬於第二科,鏈霉菌屬 (*Streptomyces*) 和小單孢菌屬 (*Micromonospora*) 屬於第三科。近来又增加了高温放線菌屬 (*Thermoactinomyces*), 主要包含某些嗜热类型。

屬於这五屬真正放線菌的各种內,放線菌屬中至今尚未發現有能够产生抗生素的种。屬於其余四屬的种內,鏈霉菌屬显然最为重要;遂有對於此屬的本質詳加探討的必要。

鏈霉菌屬 *Streptomyces*

鏈霉菌屬的种产生發育良好的菌絲体。菌絲的直徑很少超过 1.0 微米,通常仅为 0.7—0.8 微米。菌絲長度变化很大。一些長而分枝很少;另一些短而分枝繁多。营养菌絲体不形成橫隔膜,不断裂为桿菌狀和球菌狀小体。鏈霉菌借助於分生子或菌絲体小段而繁殖。孢子或分生子是在特殊的帶孢菌絲或孢子絲內形成的,孢子絲或單枝或成叢或做輪輻狀从气生菌絲体長出来。生孢菌絲或直或盤曲,盤曲者由簡單的波形至形成完善的螺旋,螺旋可能緊密如拳或長而松弛。

鏈霉菌在人工培养基上的生長或菌落光滑或地衣狀、坚硬而結構密致、凸起並和培养基連結在一起。菌落通常被气生菌絲体完全或部分地复盖着。部分复盖时,气生菌絲体或呈斑点狀或呈同心环狀。随着种和培养基的成分,气生菌絲体可能有各种不同的顏色。在液体培养基尤其是振蕩培养內,鏈霉菌的生長通常形成柔团,漸次充滿容器或形成球形生長或团球。以产生抗生素的观点看来,成柔团的生長更为可喜。

不論是固体培养基表面上的菌落或是沉沒培养內的柔团狀生長,許多培养都可能遭受迅速的自溶。抗生素的产生通常和培养的溶解相符合。时常溶解是放線菌噬菌体所造成的,它使菌絲体先期破坏,因而是有害的。

鏈霉菌种的气生菌絲体和孢子形成与某些真菌者之間的相似时常使人在分类

中把放線菌和真菌混為一談。最近証明，主要是放線菌對於抗生素和專化噬菌體的敏感以及其生長有限的本質使包括鏈霉菌屬的放線菌類羣和真正細菌比較和真正真菌更為接近。

末了應該談一談鏈霉菌的“生理小種”。這些機體在培養中要發生一些質上和量上的變化。例如產生鏈霉素的灰色鏈霉菌 (*S. griseus*) 菌株會形成兩個變異型，一個變異型不形成氣生菌絲體也不產生鏈霉素，另一變異型形成紅色的營養菌絲體並產生另一種抗生素 (rhodomyceetin) 而非鏈霉素。最好以所產生抗生素的總量來說明變異型的質的區別，同一種菌所產生的抗生素可能變化百倍。從生產抗生素的觀點看來，現在可以辨認以下五個灰色鏈霉菌的亞羣：(a) 產生鏈霉素（以及如 cycloheximide 和 streptocin 等其他抗生素）者，(b) 產生灰霉素 (grisein) 者，(c) 產生 candidicin 者，(d) 產生尚未鑑定的抗生素者和 (e) 至少在特殊的培養條件下不產生任何抗生素者。所有這些變異型是否從一個灰色鏈霉菌原始種起源的呢？那就很費猜測。有限的證據彷彿指出正是如此。

由於一種的菌株之間有這些變化，所以時常很難於以建立的典型種來鑑定新分離出來的培養。當只是由於發表的描述認識這些種，用來做鑑定尤為困難。但是即使有典型培養用來比較，也可能由於在人工培養基上長期培養的結果它們已遭受如此顯著的變化以致不能代表原始菌株。這一點還可以灰色鏈霉菌來証明。當 1946 年對於 1915 年我們試驗室裡分離出來的原始菌株進行抗生性測驗時，發現它已不能產生任何抗生素。當對於 1920 年寄存在 Baarn (荷蘭) 菌庫的同一菌種進行測驗時，發現它能夠產生一種抗生素，但非鏈霉素。當 Kellner 照射我們菌庫裡所保藏的原始菌種又得到能產生鏈霉素的一株菌。因此可以推想或者這証明 1915 年的原始株具有產生鏈霉素的能力然後失去此能力，或者它完全無此能力而在照射時產生了取得這種能力的一個突變型。

標準培養基和標準生長條件的必要

在鑑定放線菌和規定其特徵的任何企圖中特別重要的是應用合成和複雜有機標準培養基而使這些機體生長在上面。同樣也需要一個標準的環境，主要是通氣和溫度的控制。研究放線菌的形態和生理要廣泛應用合成培養基。要確定它們的培養特徵，尤其是色素形成時更是如此。也常用時常很為特殊的有機培養基來做補充証明，特別是對於那些在普通無機培養基上完全不生長或僅僅生長得很微弱的菌株。

絕大部分放線菌是好氣性的，很少數是嫌氣性的，許多是微量好氣性的。為了

便於通氣,這些機體在固體培養基的表面上或在淺層液體培養基內或在全部通氣的沉沒條件下生長。

通常用 25—30°C 的溫度來培養絕大部分的鏈霉菌、諾卡氏菌和小單孢菌。為了產生接種孢子或為了在工廠條件下生產抗生素時常應用稍微不同的溫度。致病菌要求 37°C 而嗜熱菌需要 50—60°C 或甚至更高的溫度。

在用來做鑑定和分類的放線菌的主要的穩定的形態特征之中,應該列舉出營養菌絲體的結構及其以後的變化、氣生菌絲體的形成和性質、生孢菌枝或孢子絲的性質和孢子的性質。

在用來做鑑定的主要生理和培養特征之中,營養和氣生菌絲體的顏色最為重要;在合成和複雜有機培養基內產生可溶性色素也很有意義。其他特征之中可以列舉淀粉(產生淀粉酶)、各種蛋白質(蛋白酶)、蔗糖(轉化酶)、纖維素(纖維素酶?)和各種其他碳水化合物的利用。此外還有硝酸鹽還原、產生氣味、牛奶凝固(產酸)等特征。直到包括脂肪、石蠟和酚的利用在內的其他作用。

各種不同的發酵性能,包括利用醣類及其相近化合物時產酸與否也可提供區別種的補充資料。拮抗作用和產生抗生素的能力近來在放線菌的描述中已很通用。放線菌對於噬菌體和已知抗生素的敏感程度在種的鑑別中也很重要。

文獻中曾經描述了許多對於植物或動物有致病性的放線菌種。然而從傳染病所分離出來的培養不見得就是這種病的病原菌。

許多早先的甚至某些最近的放線菌描述過於膚淺,在比較新分離出來的培養和已發表的描述特征時時常令人感到困難,因此給新培養起一個新的種名比試圖以已描寫的種來鑑定它要容易得多並不足怪。

因此,在放線菌培養的鑑定中曾廣泛應用其形態和生理特征。對於主要是在各種有機和合成培養基上的生長特征、可溶性色素的產生、分解蛋白質和分解淀粉的性能、特殊有機和無機化合物的利用和轉化等格外注意。Pridham 和 Gottlieb 近來強調鑑定種時應較以往更重視碳源的利用。所有測驗的個別菌種都能利用 *D*-葡萄糖、*D*-甘露糖、糊精和甘油而不能利用赤蘚醇、酚、甲酚類、蟻酸鈉、草酸鈉和酒石酸鈉。但是如鼠李糖、棉子糖、木膠糖、乳糖、甘露醇、衛茅醇、肌醇、醋酸鈉和琥珀酸鈉等化合物的利用是有選擇性的。

有人覺得與其劃分簡單的種不如鑑別種羣,以後將再談到這點。如此,已可辨認 *S. albus*, *S. griseus*, *S. lavendulae*, *S. flavus*, *S. coelicolor* 和某些其他確定的典型種。每羣內的各樣不同的種可以看做是與一典型種有關係的。每能看到多數

菌株就可能建立種羣。

已經提出各類羣放線菌的許多分類體系，茲介紹兩個最易了解的體系。一個是 Krassilnikov 的體系，另一個是 Bergey 氏手冊內所記載的 Waksman 和 Henrici 的體系。

Krassilnikov 的分類體系

A. 孢子絲單槎分枝。

I. 孢子絲螺旋形，生於氣生菌絲體的菌絲上。

1. 孢子球形或闊橢圓形。

a. 培養無色，不產生任何色素。

a¹ 氣生菌絲體白色。

a² 腐生菌，生活在死的物質上..... *Streptomyces albus*

b² 寄生菌。

a³ 生活在人和動物的體內..... *Streptomyces bovis*

b³ 生活在植物上..... *Streptomyces totschidlowskii*

b¹ 氣生菌絲體暗灰色..... *Streptomyces griseus*

c¹ 氣生菌絲體綠色..... *Streptomyces glaucus*

b. 培養染為藍色。

a¹ 花青素型的色素，類似石蕊..... *Streptomyces coelicolor*

b¹ 不隨着培養基的酸鹼度而變化的藍色素..... *Streptomyces cyaneus*

c. 培養紫色，產生(紅和藍)兩種鹽基性色素，都溶於基質。

a¹ 培養在液體培養基內不產生任何螢光物質..... *Streptomyces violaceus*

b¹ 培養在合成培養基內產生一種類似綠膿素的藍綠色螢光色素.....

..... *Streptomyces pluricolor*

d. 培養黑紫色，產生紅色和藍色素以及黑色素型的褐色素，使培養的紫色變為紫黑色..... *Streptomyces violaceus-niger*

e. 培養紅色，產生脂性放線菌色素型的不溶於水的色素；培養基的顏色不隨酸鹼度而變化。

a¹ 培養不產生任何褐色或黑色素；它們總呈紅色，有時稍微發褐但非黑色。

a² 腐生菌..... *Streptomyces ruber*

b² 寄生菌..... *Streptomyces madurae*

- b¹ 培养在合成培养基上, 除紅色素之外, 还产生黑色或暗褐色物質使培养染为紅褐至黑色..... *Streptomyces melanocyclus*
- f. 培养黄色、檸檬黄色或微褐黄色。
- a¹ 腐生菌..... *Streptomyces flavus*
- b¹ 寄生菌。
- a² 生活在人和温血动物的体内..... *Streptomyces hominis*
- b² 生活在冷血动物的体内..... *Streptomyces lacertae*
- c² 生活在植物上..... *Streptomyces setonii*
- g. 培养橙色。
- a¹ 腐生菌..... *Streptomyces aurantiacus*
- b¹ 寄生菌..... *Streptomyces phenotolerans*
- h. 培养綠色或微褐綠色..... *Streptomyces viridochromogenes*
- i. 培养黑色, 产生黑色素型的色素..... *Streptomyces niger*
- j. 培养染为暗褐色, 但非黑色。
- a¹ 腐生菌..... *Streptomyces chromogenes*
- b¹ 寄生菌..... *Streptomyces gracilis*
2. 孢子柱形或長形。
- a. 培养無色..... *Streptomyces longisporus*
- b. 培养紅色, 孢子絲大部分是直的。
- a¹ 腐生菌..... *Streptomyces longisporus-ruber*
- b¹ 寄生菌。
- a² 生活在人和动物的体内..... *Streptomyces spumalis*
- b² 生活在植物上..... *Streptomyces salmonicolor*
- c. 培养橙色..... *Streptomyces fradiae*
- d. 培养黄色。
- a¹ 腐生菌..... *Streptomyces longisporus-flavus*
- b¹ 寄生菌, 生活在植物上..... *Streptomyces scabies*
- e. 培养檸檬黄色..... *Streptomyces virgatus*
- f. 培养綠色..... *Streptomyces viridans*
- g. 培养褐色或巧克力色..... *Streptomyces halstedii*
- h. 培养黑色..... *Streptomyces nigrificans*

II. 孢子絲直或波曲但無螺旋。

1. 孢子由細胞內原生質凝聚分裂的方式产生。

a. 孢子球形或闊橢圓形。

a¹ 培养無色..... *Streptomyces globisporus*b¹ 培养綠色。a² 腐生菌..... *Streptomyces viridis*b² 寄生菌..... *Streptomyces cretaceus*c¹ 培养褐色..... *Streptomyces globosus*

b. 孢子柱形或長形。

a¹ 培养無色..... *Streptomyces candidus*b¹ 培养有色..... *Streptomyces cylindrosporus*

2. 孢子由气生菌絲橫隔分裂的方式产生。

a. 培养無色..... *Streptomyces farinosus*b. 培养染为紅色..... *Streptomyces oidiosporus*c. 培养黃橙色..... *Streptomyces longissimus*d. 培养褐色..... *Streptomyces fumosus*

B. 孢子絲輪生。

I. 孢子絲直..... *Streptomyces verticillatus*

II. 孢子絲螺旋形。

1. 孢子球形, 闊橢圓形..... *Streptomyces reticuli*2. 孢子柱形、長形..... *Streptomyces circulatus*

Waksman 和 Henrici 的分类体系

A. 腐生菌; 低温至中温菌。

I. 在有机培养基上可溶性色素或無或微呈褐、淺粉紅、絳紅、金黃或藍色。

1. 色素或無或只在蛋白質培养基內产生少量褐色素。

a. 气生菌絲体丰茂、白色。

a¹ 形成螺旋; 孢子球形至橢圓形..... 1. *Streptomyces albus*b¹ 長而松敞的螺旋; 孢子柱形..... 2. *Streptomyces longisporus*c¹ 孢子絲直, 形成帶狀叢; 孢子球形至闊橢圓形... 3. *Streptomyces globisporus*b. 气生菌絲体微白色至淺灰色、成同心环紋..... 4. *Streptomyces annulatus*

- c. 气生菌絲体在合成蔗糖琼膠上呈沙淡紫灰(Sandy lavender)至暗灰色
..... 5. *Streptomyces rochei*
2. 气生菌絲体灰色至藍灰色,可溶性色素藍色。
- a. 分解蛋白力强。
- a¹ 形成螺旋。
- a² 色素最初紅色,变为藍色..... 6. *Streptomyces coelicolor*
- b² 色素最初黃紅色,变为藍色或微藍的綠色..... 7. *Streptomyces pluricolor*
- c² 色素不随酸鹼度而变化..... 8. *Streptomyces cyaneus*
- b¹ 不形成螺旋..... 9. *Streptomyces vinaceus*
- b. 分解蛋白力弱;气生菌絲体發育貧乏..... 10. *Streptomyces violaceus*
3. 色素最初綠色,变为褐色。
- a. 通常無气生菌絲体..... 11. *Streptomyces verne*
- b. 气生菌絲体暗灰色、橄欖色或灰綠色..... 12. *Streptomyces viridans*
4. 生長在合成培养基上淺粉紅色、在有机培养基上微黃色;無可溶性色素
..... 13. *Streptomyces californicus*
5. 生長黃色至微綠或橙色;可溶性色素黃色至金黃色。
- a. 生長黃色至綠色;色素不溶於培养基內..... 14. *Streptomyces virgatus*
- b. 生長硫磺黃色;可溶性色素。
- a¹ 分生子闊橢圓至橢圓形。
- a² 气生菌絲体白色..... 15. *Streptomyces flaveolus*
- b² 气生菌絲体淺黃色..... 16. *Streptomyces parvus*
- c² 气生菌絲体白色至灰色至微紅灰色..... 17. *Streptomyces xanthophaeus*
- b¹ 分生子球形;分解纖維素..... 18. *Streptomyces cellulosa*
- c. 生長微紅褐色至橙色至肉桂灰褐色(cinnamon-drab),复盖着白色至灰色
气生菌絲体;在合成培养基上有微黃色可溶性色素。
- a¹ 在明膠上無可溶性色素。不胰化牛奶..... 19. *Streptomyces rimosus*
- b¹ 液化的明膠略染为微黃色。迅速胰化牛奶..... 20. *Streptomyces griseoflavus*
- c¹ 可溶性色素金黃色..... 21. *Streptomyces aureofaciens*
- d. 生長乳脂色至褐色;气生菌絲体白色至微黃色。
- a¹ 可溶性色素黃色至黃橙色..... 22. *Streptomyces albidoflavus*
- b¹ 可溶性色素微黃色至黃綠色。

- a² 气生菌絲体白色至黃色…………… 23. *Streptomyces lieskei*
 b² 气生菌絲体灰色。
 a³ 生長在合成琼膠上微黃的綠色…………… 24. *Streptomyces flavovirens*
 b³ 生長在合成琼膠上黃色; 在苹果酸鈣甘油琼膠上产生可溶性黃色素…
 …………… 24a. *Streptomyces celluloflavus*
 c³ 生長在葡萄糖天門冬素琼膠上, 黃色, 变为黑色 25. *Streptomyces limosus*
 6. 生長乳脂色; 可溶性色素微黃褐至微紅褐色… 26. *Streptomyces griseoluteus*
 7. 生長珊瑚紅色; 气生菌絲体稀少、白色; 可溶性褐色素。
 a. 液化明膠迅速…………… 27. *Streptomyces bobilliae*
 b. 液化明膠緩慢…………… 28. *Streptomyces aurantiacus*
 8. 生長在合成培养基上鼠灰色; 气生菌絲体白色至灰色。
 a. 孢子絲直…………… 29. *Streptomyces griseolus*
 b. 孢子絲帚狀…………… 30. *Streptomyces fasciculus*
 9. 生長乳脂色至微黃至紅色; 气生菌絲体白色至灰色。
 a. 生長变为紅色; 气生菌絲体白色…………… 31. *Streptomyces erythreus*
 b. 生長黃色; 气生菌絲体鼠灰至褐灰色…………… 32. *Streptomyces flavogriseus*
 10. 在馬鈴薯塊上可溶性色素褐色至微褐紅色至微紅絳紅色。
 a. 生長在馬鈴薯上微綠色; 形成螺旋…………… 33. *Streptomyces diastaticus*
 b. 生長在馬鈴薯上灰色; 不形成螺旋…………… 34. *Streptomyces canescens*
 c. 生長在馬鈴薯上微黃色。
 a¹ 帶微綠色彩…………… 35. *Streptomyces fimicarius*
 b¹ 微紅褐色素…………… 36. *Streptomyces felleus*
 c¹ 在合成琼膠上有褐色可溶性色素…………… 37. *Streptomyces achromogenes*
 d. 生長在馬鈴薯上淺粉紅至微紅絳紅色; 形成螺旋… 38. *Streptomyces noursei*
 II. 在有机培养基上有褐色可溶性色素。
 1. 深褐色素(产色型)。
 a. 气生菌絲体薄、粉紅色。
 a¹ 形成螺旋…………… 39. *Streptomyces roseochromogenus*
 b¹ 不形成螺旋…………… 40. *Streptomyces cinnamomensis*
 b. 气生菌絲体灰色至褐色至微紅色。
 a¹ 生長在有机培养基上微綠至黑色…………… 41. *Streptomyces olivochromogenus*

- b¹ 生長暗褐色.....42. *Streptomyces resistomycificus*
- c. 气生菌絲体棉絮狀、暗褐色; 液化明膠迅速.....
..... 43. *Streptomyces diastatochromogenes*
- d. 菌落黃色; 气生菌絲体白色至灰色..... 44. *Streptomyces flavochromogenes*
- e. 生長白色至灰色; 气生菌絲体白色至灰色..... 45. *Streptomyces bikiniensis*
- f. 生長白色、柔毛狀; 生孢菌絲直.....45a. *Streptomyces mirabilis*
- g. 生長乳脂色至褐色; 气生菌絲体灰色; 孢子絲成束叢.....
.....46. *Streptomyces antibioticus*
- h. 气生菌絲体白色, 在某些培养基上轉为淡粉紅色; 孢子絲直, 無螺旋
..... 47. *Streptomyces griseocarneus*
- i. 气生菌絲体微綠黃色, 轉为灰色; 孢子絲成叢或輪生.....
..... 48. *Streptomyces viridoflavus*
2. 生長在合成琼膠上暗褐色。
- a. 气生菌絲体暗灰色; 孢子渾圓形..... 49. *Streptomyces globosus*
- b. 气生菌絲体白色; 孢子柱形..... 50. *Streptomyces cylindrosporus*
3. 生長在合成琼膠上暗綠色; 气生菌絲体白色至淺綠色.....
.....51. *Streptomyces viridochromogenes*
4. 在合成琼膠上有深褐至黑色素。
- a. 生長在馬鈴薯上橙色至橙紅色; 生長在合成琼膠上褐色至微絳紅色; 無气生
菌絲体..... 52. *Streptomyces purpeochromogenus*
- b. 生長在馬鈴薯上褐色至黑色。
- a¹ 气生菌絲体在合成琼膠上白色至微褐色.....
..... 53. *Streptomyces phaeochromogenus*
- b¹ 生長在合成培养基上無色至淺橙色; 气生菌絲体灰色至肉桂褐灰色
.....54. *Streptomyces aureus*
5. 生長在合成琼膠上微灰黃色; 淺黃色可溶性色素.....
..... 55. *Streptomyces tanashiensis*
6. 在合成培养基上有紅色至粉紅色可溶性色素。
- a. 在馬鈴薯上有黑色可溶性色素..... 56. *Streptomyces erythrochromogenes*
- b. 在馬鈴薯上無可溶性色素..... 57. *Streptomyces collinus*
7. 气生菌絲体淡紫灰至淺蒼褐或淺粉紅色。