

嗜热放线菌类群分类的研究

I. 嗜热链霉菌的分类鉴定

阎述初 卢运玉*

(中国科学院微生物研究所, 北京)

从我国北京和昆明地区采取土壤、厩肥、畜粪、堆肥和温泉土样品, 经52℃培养分离的链霉菌菌株, 通过分类研究, 证明其中有3个新种和2个新变种: 热吸水链霉菌 (*S. thermohygroscopicus*)、热吸水链霉菌锈赤变种 (*S. thermohygroscopicus* var. *rubiginosus*)、热灰紫链霉菌 (*S. thermogriscoviolaceus*)、热橄榄链霉菌 (*S. thermoolivaceus*)、热橄榄链霉菌褐色变种 (*S. thermoolivaceus* var. *fuscus*)。

嗜热放线菌是 Globig (1888)^[1] 首先从土壤中分离出来的, 其特点是能够在50℃以上生长, 并广泛存在于自然界, 产生酶、维生素 B₁₂、抗菌素等物质, 也有转化类固醇的能力。由于高温关系, 生长发育快, 杂菌污染少, 可用于生产抗菌素; 在胞外酶方面有淀粉酶、脲酶、核酸酶、纤维素酶以及细胞壁溶解酶等物质, 最近也有研究利用嗜热放线菌处理城市垃圾, 用于制作堆肥。

嗜热放线菌在我国也广泛存在, 堆肥的腐熟主要是这类菌在起作用, 但也严重损坏粮食、干草及其他有机产品。发霉的干草中含有大量嗜热链霉菌, 能引起呼吸困难、发烧、咳嗽等症状的疾病, 危害人民的健康。近年来我们对这类菌进行了分离、培养研究, 将分离到的菌株逐步进行分类鉴定, 为防治危害和应用提供资料。本文报导嗜热链霉菌中的3个新种和2个新变种。

分离、培养和分类鉴定的方法

一、菌株的分离培养

(一) 样品采集

嗜热放线菌由于其生态条件的特殊, 在样品采集时应特别注意温度高的条件如堆肥、干草、马粪、热带土壤、温泉土壤等。样品取回后可以直接用稀释法涂抹分离(稀释度为10倍), 或先将土壤经120℃处理1小时后再用稀释法涂抹进行分离。

(二) 培养基

为了分离到多种多样的菌株, 我们采用多种无机培养基(高氏淀粉琼脂、蔗糖查氏琼脂、葡萄糖天门冬素琼脂等)和有机培养基(麦芽糖-酵母浸汁琼脂、马铃薯浸汁琼脂、牛肉汁琼脂等), 为了防止琼脂平板在高温产生裂纹, 琼脂量为3%, pH 7.0—7.5。

(三) 培养温度及时间

培养温度为52℃, 相对湿度为80—90%。培养时间高温放线菌 (*Thermoactinomyces*) 1—2天就出现菌落, 嗜热链霉菌 2—3天长出, 嗜热小多孢菌 (*Thermopolyspora*) 则需要5天左右才出现菌落。

二、菌种鉴定

(一) 形态特征

嗜热链霉菌采用中温链霉菌一般鉴定方法。

* 电子显微照片, 承中国科学院生物物理研究所电镜组摄制, 特此致谢。

本文于1975年6月26日收到。

其他属用插片法观察(盖玻片斜插入适合该菌生长的琼脂平板中,培养2—4天取出盖玻片可以观察其孢子丝、基内菌丝以及孢子着生情况。

(二) 培养特征

在6种琼脂斜面培养基上进行2、5、7天的观察。根据各属的生长特性需用适合其生长的培养基作培养特征的观察,记载颜色参照科学出版社出版(1957年)的“色谱”。

(三) 生理生化特性

采用中温链霉菌分类通用方法。拮抗作用所测定菌株有金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、枯草杆菌(*Bacillus subtilis*)、大肠杆菌(*Escherichia coli*)、白色念珠菌(*Candida albicans*)、结核分枝杆菌 607 (*Mycobacterium tuberculosis* 607)、绿脓杆菌(*Pseudomonas pyocyanea*)、产黄青霉菌(*Penicillium chrysogenum*)。

热吸水链霉菌 (*Streptomyces thermohygroscopicus* n.sp.)

代表菌株 T4, 包括 T15, T92, T126, T147 等 25 株(图版 I-1)。

一、形态和培养特征

这类菌在高氏淀粉琼脂、酵母膏—麦芽糖琼脂上生长丰茂。菌落表面绒粉状,生长快,孢子成熟后孢子丝吸水使菌落表面形成褐黑色并带有粘性的湿斑,尤其在有机培养基上湿斑扩大成一片。孢子丝与吸水链霉菌相同,为螺旋形,时常紧密,孢子椭圆形,少数球形,表面光滑。在各种培养基上的培养特征见表1。

二、生理生化特性

该类菌株液化明胶快,1.5天开始,3天全部被液化;牛奶凝固并胨化;水解淀粉;在纤维素上不生长;在柠檬酸铁琼脂上不产生 H_2S 。利用木糖、葡萄糖、果糖、甘露醇、肌醇;不利用阿拉伯糖、鼠李糖、蔗糖、棉子糖。

三、生长温度

该菌在28℃生长慢;适温为37—52℃;

表1 热吸水链霉菌在各种培养基上的培养特征

培养基	气生菌丝体	基内菌丝体	可溶性色素
高氏合成一号琼脂	浅灰至玫瑰灰, 3天出现吸水斑	淡豆沙至落叶棕	无至浅褐
蔗糖察氏琼脂	生长较差, 珠母灰至淡铁灰, 6天出现吸水斑	污黄至浅褐	无
葡萄糖天门冬素琼脂	生长贫乏, 少量灰孢子	浅黄	无
酵母膏麦芽糖琼脂	生长丰茂, 珠母灰至中灰, 一天出现吸水斑	黑褐	无
苹果酸钙琼脂	生长贫乏, 个别株6天后有微量浅灰孢子	污黄至挂皮淡棕	无
马铃薯块+0.2%CaCO ₃	浅灰至铁灰, 有吸水斑	深褐至黑褐	无

60℃生长弱; 65℃以上不生长。

四、拮抗作用

对金黄色葡萄球菌有抑制作用, 对其他所测定菌株无抗菌作用。

五、来源

这是在我国堆肥中分布最广泛的一种嗜热链霉菌, 其他如垃圾堆肥、腐熟马粪、杂粪中都存有。

六、菌种鉴别

这类菌是从我国土壤、粪肥中分离菌种时常见的一类链霉菌; 能耐热、生长快, 显然与中温的吸水链霉菌(*S. hygroscopicus* Jensen 1931) 不同, 在形态上及培养特征上与该种相接近; 但在明胶液化、牛奶凝固及胨化、分解纤维素等方面有显著的差别。根据其生理和耐热特征, 我们认为这类菌可立新种, 定名为热吸水链霉菌 (*S. thermohygroscopicus* n. sp.)。

热吸水链霉菌锈赤变种 (*Streptomyces thermohygroscopicus* var. *rubiginosus* n.var.)

代表菌株 T97 包括菌株 T92, T345, T346(图版 I-2)

一、形态和培养特征

这个种的菌株在多数培养基上生长

好;菌落表面绒粉状,孢子成熟后孢子丝吸水使菌落表面形成黑色粘性湿斑;孢子丝与吸水链霉菌相同,为螺旋形,时常紧密,孢子椭圆形,表面有矮小突起。在各种培养基上的培养特征见表2。

表2 热吸水链霉菌锈赤变种在各种培养基上的培养特征

培养基	气生菌丝体	基内菌丝体	可溶性色素
高氏合成一号琼脂	生长慢5天后犀角灰有吸水斑	落叶棕	无
蔗糖察氏琼脂	珠母灰至铁灰	微酱红至暗红	无
葡萄糖天门冬素琼脂	铁灰至中红灰	鸡血白红至葡萄紫	无
酵母膏麦芽糖琼脂	褐灰	落叶棕至葡萄紫	无
苹果酸钙琼脂	中灰	炒米黄至淡咖啡	无
马铃薯块+0.2% CaCO ₃	浅玫瑰红灰	浅褐	块染为黑紫

二、生理生化特性

该类菌株液化明胶快;牛奶凝固而不胨化;不能水解淀粉;纤维素上不生长;在柠檬酸铁琼脂上不产生 H₂S。能利用阿拉伯糖、木糖、葡萄糖、果糖、甘露醇、肌醇;不利用鼠李糖、蔗糖、棉子糖。

在蔗糖察氏琼脂上所产生的酱红色素,加 0.05 N NaOH 及 0.05 N HCl 都不变色。

三、生长温度

该菌在 28℃ 不生长;37—60℃ 都能生长;最适温度 52℃;65℃ 以上不生长。

四、拮抗作用

对所测的菌都无抑制作用。

五、来源

马粪。

六、菌种鉴别

这类菌株与上述热吸水链霉菌在形态和生理生化特性方面都相近似;但在培养特征方面其基内菌丝体在各种培养基上呈棕色至酱紫色,尤其在马铃薯上色素更为

显著;因此我们认为可立新变种,定名为热吸水链霉菌锈赤变种(*S. thermohygroscopicus* var. *rubiginosus* n. var.)。

热灰紫链霉菌 (*Streptomyces thermogriseoviolaceus* n. sp.)

代表菌株 T 272, 包括菌株 T 274, T 276, T 283, T 285 等 10 株 (图版 I-3)。

一、形态和培养特征

这个种的菌株在多数合成培养基上生长丰茂;菌落表面绒粉状,孢子丝螺旋形 3—5 圈,孢子椭圆形,表面有短刺。在各种培养基上的培养特征见表3。

表3 热灰紫链霉菌在各种培养基上的培养特征

培养基	气生菌丝体	基内菌丝体	可溶性色素
高氏合成一号琼脂	生长初期无孢子,7天后浅褐灰(Ic62'),海鸥灰。	无色,置于室温呈黑紫色	日久黑紫色
蔗糖察氏琼脂	雁灰至深灰	菊瓣白,置室温1天呈现黑紫色	日久黑紫色
葡萄糖天门冬素琼脂	雁灰至深灰	浅黄至浅驼色,置室温1天呈现黑紫色	日久黑紫色
酵母膏麦芽糖琼脂	生长初期无孢子,培养7天后由浅铁灰至象灰	浅黄褐(Ic55')至土黄(Id66')	无
苹果酸钙琼脂	生长初期无孢子,培养7天深灰	浅褐黄(Id65')	无
马铃薯块+0.2% CaCO ₃	淡银灰至猴毛灰	浅黄褐至山鸡褐	块染为浅褐(IIa74')

二、生理生化特性

该类菌使明胶液化;牛奶胨化而不凝固;不水解淀粉;分解纤维素力强;在柠檬酸铁琼脂上不产生 H₂S。能利用葡萄糖、棉子糖、甘露醇;不利用阿拉伯糖、木糖、果糖、鼠李糖、蔗糖、肌醇。

在蔗糖察氏琼脂上所产之黑紫色素,加 0.05 N NaOH 及 0.05 N HCl 都不变色。

三、生长温度

该菌在 28—60℃ 都能生长；适温 52℃；65℃ 以上不生长。

四、拮抗作用

对所测的菌均无抑制作用。

五、来源

云南昆明温泉土壤。

六、菌种鉴别

这类菌株在合成及有机培养基上气生菌丝浅褐灰；基内菌丝体日久黑紫色并渗透到琼脂培养基内；孢子丝螺旋形，孢子表面有短刺，与表 6 所列的相近已知种都有显著不同，无论是与 Henssen^[2] 还是“国际链霉菌计划”中描述的热紫链霉菌都有明显的差别。该菌孢子光滑，气生菌丝粉红；基内菌丝灰黄至淡绿黄，加酸由黄变红，加碱由黄变蓝灰。色素有红或紫，加酸由紫变红，加碱由紫变蓝，对 pH 不敏感，因此认为可立新种，定名为热紫灰链霉菌 (*S. thermogriseoviolaceus* n. sp.)。

热橄榄色链霉菌 (*Streptomyces thermoolivaceus* n. sp.)

代表菌株 T 354，包括 T 353, T 368, T 357 等 8 株菌 (图版 II-1)。

一、形态和培养特征

这类菌株在多数培养基上生长弱，孢子少；菌落表面粉状；孢子丝螺旋形；3—6

圈，孢子椭圆形，有短刺；孢子外有膜包围着。在各种培养基上的培养特征见表 4。

二、生理生化特性

该类菌株能迅速液化明胶；牛奶凝固并脓化；水解淀粉；分解纤维素力强；在柠檬酸铁上不产生 H_2S 。能利用葡萄糖、阿拉伯糖、果糖、蔗糖、甘露醇、肌醇；不利用木糖、鼠李糖、棉子糖。

三、生长温度

该菌生长温度 28—65℃；最适温度 52℃；70℃ 以上不生长。

四、拮抗作用

能抑制枯草杆菌；不抑制其他所测各种菌。

五、来源

腐熟马粪。

六、菌种鉴别

这类菌株的孢子丝螺旋拉长，孢子表面有短粗刺，在各种培养基上生长弱；有强烈分解纤维素的能力，气丝绿灰至橄榄灰，基丝几乎无色，与表 6 所描述的 *S. thermophilus*, *S. thermodiastaticus* 都有所不同，这两个种孢子丝直或不完全螺旋形。*S. thermoflavus* 气丝为浅褐灰或黄灰，也显然不同。因此我们认为可立新种，定名为热橄榄色链霉菌 (*S. thermoolivaceus* n. sp.)。

热橄榄色链霉菌褐色变种

(*Streptomyces thermoolivaceus* var. *fuscus* n. var.)

代表菌株 T 316，包括 T 318, T 319, T 322, T 362 (图版 II-2)。

一、形态和培养特征

该类菌在多数培养基上生长好，菌落表面粉状，孢子丝长螺旋形 4—8 圈，孢子分裂后成长链状，孢子长椭圆形，表面有短粗刺 (图版 II-2)。在各种培养基上的培养

表 4 热橄榄色链霉菌在各种培养基上的培养特征

培养基	气生菌丝体	基内菌丝体	可溶性色素
高氏合成一号琼脂	不生长或微量灰孢子	无色	无
蔗糖察氏琼脂	月灰至橄榄灰	无色至菊膏白	无
葡萄糖天门冬素琼脂	月灰至橄榄灰	无色至菊膏白	无
酵母膏麦芽糖琼脂	绿灰至橄榄灰	土黄至桂皮淡棕	无
苹果酸钙琼脂	初期不生长至 7 天呈现龟背灰	无色至浅土黄	无
马铃薯块 + 0.2% $CaCO_3$	生长弱或浅灰白	污黄至芒果棕	浅黄至芒果棕

特征见表 5。

表 5 热橄榄色链霉菌褐色变种在各种培养基上的培养特征

培养基	气生菌丝体	基内菌丝体	可溶性色素
高氏合成一号琼脂	瓦灰至红灰 (IIa 53') 或绿网灰	浅豆沙至栗棕、落叶棕色	无
蔗糖察氏琼脂	绿灰至橄榄灰	淡赭日久黑紫	无
葡萄糖天门冬素琼脂	绿灰至橄榄灰	浅豆沙至赭石	无
酵母膏麦芽糖琼脂	绿灰至橄榄灰	可可棕至椰壳棕	淡豆沙
苹果酸钙琼脂	绿灰至橄榄灰	淡咖啡至赭石	无
马铃薯块 + 0.2% CaCO ₃	生长不好或微量浅灰孢子	暗驼棕至黑紫	浅褐

二、生理生化特性

该类菌使明胶液化；牛奶胨化而不凝固；水解淀粉；分解纤维素力强；在柠檬酸铁琼脂上不产生 H₂S。能利用阿拉伯糖、木糖、葡萄糖、果糖、鼠李糖、甘露醇、肌醇；不利用蔗糖、棉子糖。

在蔗糖察氏琼脂上所产生的黑紫色素，加 0.05 N NaOH 及 0.05 N HCl 都不变色。

三、生长温度

该菌生长温度 28—60℃；最适温度 52℃；65℃ 以上不生长。

四、拮抗作用

能抑制金黄色葡萄球菌，不抑制其他所测菌。

五、来源

腐熟杂粪。

六、菌种鉴定

这类菌与热橄榄色链霉菌在形态和生理生化特性上基本相似，也具有强烈的分解纤维素能力，但这类菌基内菌丝为落叶棕至赭石色，在有机培养基上产生褐色素，与表 6 克拉西里尼科夫所描述的 *S. macrosporus*、*S. megasporus*、*S. glaucosporus*、*S. thermocoelicolor* 都有所不同，前两者孢子丝成团或为大孢子，孢子光滑，气生菌丝为灰绿带草黄，而后两种气生菌丝微绿、暗

绿或灰；基内菌丝无色或蓝紫；这显然不同，因此，我们认为可立新变种，定名为热橄榄色链霉菌褐色变种 *S. thermoolivaceus* var. *fuscus* n. var.。

讨论和结论

以往研究的嗜热链霉菌类群描述比较混乱，例如嗜热链霉菌 (*S. thermophilus*) 这个种根据克拉西里尼科夫的报导^[1]，Berestnev 1897 年的描述，孢子丝螺旋形，孢子球形；气生菌丝深青绿或深灰色，35℃—55℃ 生长。而 Noack 1912 年的描述：菌落鲜红、色素分泌到培养基内，生长温度 40—59℃，最高温度 62℃，文献上还有人用同一种名描写过其他完全不同的菌株。1957 年 Henssen^[2] 重新描写了 *S. thermophilus* 并改名为直丝链霉菌 (*S. rectus*)。《国际链霉菌计划》也研究了这株菌^[11]，孢丝直或柔曲，有时有钩环，孢子圆形或卵圆，有时带少数短刺，甘油天门冬素上生长良好，气生菌丝白至浅灰，浅褐灰；基内菌丝无色至淡黄至灰黄，在有机培养基内产生黑褐色素。

我们在研究过程中经过多次电子显微镜观察，发现孢子表面的装饰物从孢子丝开始断裂到孢子成熟时着生情况清楚，有各种各样的形状；在孢子衰老过程中，表面装饰物逐渐失落，成为光滑形。这一变化过程如不掌握，就难免使鉴定发生错误和混乱。

我们报导的热吸水链霉菌与中温的吸水链霉菌极为相似，这是链霉菌长期适应高温生活环境的结果，我们认为只由于生态条件的不同，不应另立一属，而在链霉菌属中建立一嗜热链霉菌类群则是适当的。

嗜热链霉菌与细菌或真菌生长在一起时生活力强，色素也鲜艳，一旦分纯了就不易生长或色素消失，这是我们在分离时常遇到的情况。

嗜热链霉菌孢子外层包有一层膜，这

是否与耐热性有关,尚待进一步研究。

嗜热放线菌由于需要高温,所以在保藏上比较困难,如室温保藏需经常传代,矿油保藏易失去活性。我们采用低温保藏,但在传代时需先在高温下放置1—2小时,不然不易接活,甚至误认为已死亡。

由于适宜的测定条件尚未找到,大部分研究过的菌种、菌株都未表现显著的拮抗作用,但有的如 *S. thermoolivaceus* 分解纤维素的能力很强,在饲料发酵,堆肥以及农副产品其他用途中可以设法应用。

直到现在,资料中已描述了十几种嗜热链霉菌,其主要特征已列于表 6,表 7。

现根据我们描述的 5 个种与资料中相近种列检索表于下:

1. 气生菌丝上有吸水黑湿斑…………… 2
 - 气生菌丝上无吸水黑湿斑…………… 3
2. 合成琼脂上基丝浅黄至浅褐黄为热吸水链霉菌(*S. thermohygroscopicus*)
合成琼脂上基丝暗红至紫褐为热吸水链霉菌锈赤变种(*S. thermohygroscopicus* var. *rubiginosus*)
3. 孢子表面光滑或带疣…………… 4
 - 孢子表面带刺…………… 10
4. 孢子表面光滑…………… 5
 - 孢子表面带疣…………… 7
5. 基内菌丝色黄或褐色遇碱变灰或蓝灰、遇酸变微红……………
 - …热紫链霉菌(*S. thermoviolaceus*)
基内菌丝色对酸碱度不敏感…………… 6
6. 利用 D-木糖不利用棉子糖……………
 - 热硝化链霉菌(*S. thermonitrificans*)
利用棉子糖不利用 D-木糖……………
热普通链霉菌(*S. thermovulgaris*)
7. 孢子光滑或带疣,气丝灰,基丝黄至橙……………热黄链霉菌(*S. thermoflavus*)
孢子带疣或钝刺…………… 8
8. 基丝如有微红(褐)色遇酸变橄榄褐

- 或橄榄色……………热淀粉酶链霉菌(*S. thermodiastaticus*)
- 基丝色对酸碱度不敏感,孢子半月形形成远隔长链…………… 9
9. 基丝无色至菊蕾白……………
 - 热橄榄链霉菌(*S. thermoolivaceus*)
基丝豆沙至赭石……………
……………热橄榄链霉菌褐色变种(*S. thermoolivaceus* var. *fuscus*)
10. 孢子有少数短刺…………… 11
 - 孢子带粗刺…………… 12
11. 孢子丝直、曲有时成钩或环,基内菌丝无色至灰黄……………嗜热链霉菌=直丝链霉菌(*S. thermophilus*=*S. rectus*)
孢子丝显著螺旋形达 5 圈,基内菌丝室温下变黑紫……………热灰紫链霉菌(*S. thermogriseoviolaceus*)
12. 气生菌丝灰至淡紫灰,基内菌丝褐黑至紫……………
 - …热褐链霉菌(*S. thermofuscus*)
气丝灰黄粉,基内菌丝灰黄至褐……………
…耐热链霉菌(*S. thermotolerans*)

参 考 资 料

- [1] 瓦克斯曼:放线菌,第二卷,科学出版社,384—385页,1974.
- [2] Henssen, A.: *Arch. Mikrobiol.*, 27: 63—81, 1957.
- [3] 克拉西里尼科夫:细菌和放线菌的鉴定(放线菌目),科学出版社,1959.
- [4] 水沢清,吉田文彦:化学と生物,9: 646—647, 1971.
- [5] Kudrina et Maximova: *Mikrobiologiya*, 32: 623—631, 1963.
- [6] Desai, A. J. & S. A. Dhala: *Ant. V. Leeuwenhoek*, 33: 137—144, 1967.
- [7] Miller, B. M. A. Barreto, Jr. & H. B. Woodruff: *Antimicrobial Agents & chemotherapy*, 445—455, 1961.
- [8] Higgins, C. E. & R. E. Kastner: *Ibid*, 324—331, 1967.
- [9] Krassilnikov, H. A.: *Mikrobiologiya*, 37 (1): 75—83, 1968.
- [10] Shirling, E. B. & D. Gottlieb: *Inter. J. Syst. Bacteriol.*, 19: 391—512, 1968.
- [11] Shirling, E. B. & D. Gottlieb: *Ibid*; 23: 265—394, 1972.

表 6 已 知 嗜 热 链 霉 属

菌 名		形态和培养特征		孢子丝	孢子	甘油天门冬素琼脂 无机盐淀粉琼脂			明胶	牛奶	凝乳	硝酸盐	淀粉	纤维	黑色	阿拉	木	肌	甘露	果	鼠李	蔗	棉子	其 它
				气生菌丝	基内菌丝	色 素				液化	凝固	还原	水解	素	素	伯糖	糖	醇	醇	糖	糖	糖	糖	
I. 气生菌丝灰色 <i>S. thermophilus</i> ^[1] (Gilbert) W. et H. <i>S. rectus</i> Henssen		直, 曲, 在 有机培养 基上有时 有钩或环		白 至 浅 灰, 浅褐 灰, 浅嫩 榄褐	无色至淡 黄至灰黄	无				-	+-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	耐高温的中温 菌, 好气和嫌 气条件下都能 生长。	
<i>S. thermodiastasicus</i> ^[1] (Bergey et al.) W.		不完善螺 旋		浅褐灰或 浅嫩褐褐	黄 褐或嫩红 (褐)加酸 变嫩褐褐 或嫩褐色	可能有浅黄 红色, 加酸 由红变嫩 褐, 加碱 由嫩褐变 嫩褐绿				+	--	+	+++	-	-	+	+	+	+	+	-	+	适温 65℃, 37℃和51℃碳 源利用无变化	
<i>S. thermoflavus</i> ^[1] (Kudrina et Maximova) Pridham		螺旋		浅灰, 浅 褐灰和黄 灰	黄至橙黄 或橙	无				+++			+		-	+	+	+	+	+	+	+	适温 37℃— 55℃	
<i>S. thermomitificans</i> ^[1] Desai et Dhala		弯曲或螺 旋		褐灰, 浅 灰黄褐, 浅 嫩褐褐	灰黄, 灰 黄绿或灰 嫩褐	无或微量 黄				+++	+	+++	+++		-	-	+	+	+	+	-	+	适温 40—50℃	
<i>S. thermovirgatus</i> ^[1] Henssen		直, 曲, 螺 旋		浅灰褐, 浅 褐灰或 黄灰						-	++			+	-	-	+	+	+	+	+	+	适温 40—50℃ 28℃ 生长少 60℃ 生长中等。	
<i>S. sp. lae</i> ^[1] Miller et al., 1961		直而短		白至灰白	褐 浅 褐	无 (马铃薯块) 无				+	+		-		+								适温 50℃ 产广 谱新抗菌素抑 制 G ⁺ 、G ⁻ 包 括绿脓杆菌	

[illegible]

表 7 “国际细菌菌种计划”研究过的嗜盐细菌属

菌 名	形态和培养特征	孢子丝	孢子	酵母膏麦芽琼脂	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	类黑色素	D 葡萄糖	L 阿拉伯糖	D 木糖	L 肌醇	D 甘露醇	D 果糖	鼠李糖	蔗糖	棉子糖
<i>S. thermophilus</i> ^[11] ISP5573 (Bergey et al.) Waksman	不完 螺	不 旋	带小 或钝	气生菌丝: 浅褐灰、灰黄褐和浅褐褐 基内菌丝反面: 暗褐 色素: 可能有浅红(褐)或黄色可溶性色素, 加酸由微褐变红, 加碱由微褐变微绿	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>S. thermophilus</i> ^[11] (Kudrina et Maksimova) Pridham	螺	旋	光滑 或带	气生菌丝: 中等灰、浅褐灰和灰 基内菌丝反面: 深黄至强褐 色素: 无	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. thermophilus</i> ^[11] Desai et Dhala ISP 5579	弯 螺	至 旋	光滑	气生菌丝: 褐灰、浅灰黄褐、浅褐褐 基内菌丝反面: 暗灰褐 色素: 无或微量黄色	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>S. thermophilus</i> (Gilberg) ^[11] W. et H. S. rectus Henssen ISP 5365	直、曲有 时有钩环	直、曲有 时有钩环	少数短刺	气生菌丝: 黄灰、浅褐灰、浅褐褐 基内菌丝反面: 无色至淡黄至灰黄 色素: 无	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>S. thermophilus</i> ^[11] Subsp. <i>thermophilaceus</i> Subsp. <i>pigens</i> Henssen et Schnepf ISP 5443	螺	旋形	光滑	气生菌丝: 粉红 基内菌丝反面: 微褐 色素: 灰黄至淡绿黄	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>S. thermophilus</i> ^[11] Lieske ISP 5227	螺	旋	刺	气生菌丝: 灰黄、粉色 基内菌丝反面: 淡黄、灰黄至褐 色素: 无或微量黄	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>S. thermophilus</i> ^[11] Henssen ISP5444	直 螺	至 旋	光滑	气生菌丝: 浅灰褐、浅褐灰、或黄灰 基内菌丝反面: 浅黄或淡灰黄至微褐 色素: 无	燕麦琼脂、盐淀粉琼脂、甘油天门冬素琼脂	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

STUDIES ON THE CLASSIFICATION OF THERMOPHILIC ACTINOMYCETES

I. DETERMINATION OF THERMOPHILIC STREPTOMYCETES

YAN XUNCHU AND LU YUNYU

(Institute of Microbiology, Academia Sinica, Beijing)

Many *Streptomyces* cultures isolated at 52°C from different soil, manure, compost and hot-spring soil samples from Beijing and Kunming regions were

found to be different from the species described in literature. Some of them were identified as three new species and two new varieties.

Species	Spore chains	Surface of spores	Aerial mycelium	Substrate mycelium	Soluble pigments
<i>S. thermohygroscopicus</i>	spirals often tight	smooth	dark brownish gray with hygroscopic patches	yellow to light brown	none, sometimes brown pale
<i>S. thermohygroscopicus</i> var. <i>rubiginosus</i>	do	do	do	dark red to reddish brown	none
<i>S. thermogriseo-violaceus</i>	spirals with 3—5 turns	with some spines	dark gray	black-violet	black-violet
<i>S. thermoolivaceus</i>	spirals with 8—6 turns	with short and large prominences	Olive*	colorless to yellowish white	none
<i>S. thermoolivaceus</i> var. <i>fuscus</i>	spirals with 4—8 turns	do	greenish gray to olive	cacao brown*	none

* R. Ridgway: *Color Standards and Color Nomenclature*, 1912.