

多隔镰刀菌的分类研究

傅秀辉 陈庆涛

(中国科学院微生物研究所, 北京)

多隔镰刀菌 (*Fusarium decemcellulare* Brick) 属于镰刀菌属 (*Fusarium*) 的拟穗霉组 (*Spicarioides*), 以往的镰刀菌分类文献^[1,2,3,7,9,11] 都将它作为单个种组成这一组, 由于 Wollen-weber & Reinking^[12] 系统及其后镰刀菌诸分类系统中一直没有改变它作为镰刀菌属独立的组、种的性质, 故认为它是镰刀菌中分类地位最稳定的代表成员。以往的文献^[2,11,12] 都把该种记作为热带种, 只分布在热带和亚热带地区, 国内未报告有分布。近年我们从国内分离和收集到该组的七个菌株, 如按传统的分类系统处理, 它们都可以无例外地置于多隔镰刀菌 (*F. decemcellulare* Brick) 中, 然而从它们的形态学特征、培养特性及寄主植物种类来考虑, 则很难把它们全部囊括于一个种内。本文根据我们的研究结果结合文献资料对多隔镰刀菌的形态学、分类学、分布及生物学特性进行概述和讨论。

(一) 历史和异名

Brick (1908) 发表多隔镰刀菌 (*F. decemcellulare* Brick) 时并未弄清此菌具有子囊壳阶段。实际上在此之前 25 年 Berkeley & Broome (1873)* 发表的硬脆赤壳 (*Nectria rigidiuscula* Berk. & Br.), 后经 Wollen-weber & Reinking^[12] 的考证就是本菌的有性阶段, 而此学名是经 Saccardo^[13] 组合到丽赤壳属 (*Calonectria*) 中成硬脆丽赤壳 [*Calonectria rigidiuscula* (Berk. et Br.) Sacc.] 的, 它是多隔镰刀菌有性阶段正式的学名。

拟穗霉组 (*Spicarioides* Wr.) 是 Wollen-weber 等在 1924 年第一次镰刀菌国际会议上创立的, 用以容纳小分生孢子链状着生、大分生孢子壁厚、折光强、多分隔、菌落色泽和孢子形态类似色变组 (*Discolor*) 的种。组的名称是启示它的无性阶段的小型分生孢子类似穗霉属 (*Spicaria* Harting), 因当时尚未知道本菌有子囊阶段。

a. 无性阶段学名:

多隔镰刀菌 (*Fusarium decemcellulare* Brick, 1908)。

异名:

科罗伦穗霉 (*Spicaria colorans* van Hall-de Jonge, 1909)

科罗伦-穗霉镰刀菌 [*Fusarium spicariae-colorantis* (van Hall-de Jonge) Sacc. et Trott, 1913]

可可镰刀菌 [*Fusarium theobromae* Lutz (non App. et Strk.)]

硬脆镰刀菌 [*Fusarium rigidiusculum* (Brick) Snyd. et Hans.]

硬脆镰刀菌可可专化型 (*Fusarium rigidiusculum* f. sp. *theobromae*)

b. 有性阶段学名:

硬脆丽赤壳 [*Calonectria rigidiuscula* (Berk. et Brume) Sacc.]

异名:

硬脆赤壳 *Nectria rigidiuscula* berk. et Brume.

褐色丽赤壳 *Calonectria eburnea* Rehm.

槽形丽赤壳 *C. sulcata* Starbäck.

木槿丽赤壳 *C. hibiscicola* P. Henn.

楝丽赤壳 *C. meliae* Zimm.

酪色赤壳 *C. cremea* Zimm.

黄丽赤壳 *C. flavida* Mass. [non (Cada.) Sacc.]

鳞茎丽赤壳 *C. squamulosa* Rehm.

四孢丽赤壳 *C. tetraspora* (Seav.) Sacc. et Trott.

四孢线赤壳 *Scolectria tetraspora* Seav.

(二) 地理分布和基物

Wollen-weber & Reinking^[12]、Booth^[2] 对本菌的地理分布和基物作了详细地记述, 根据他们及后人 (包括本文)^[2,7,10,11] 的资料, 该种的地理分布和基物种类如下:

a. 地理分布:

欧洲: 苏联。

非洲: 喀麦隆、中非、噶那、象牙海岸、马达加斯加、奈札立正、塞拉利昂。

美洲及西印度群岛: 美国 (奥卡拉州)、哥斯达黎加、格拉那达、危地马拉、洪都拉斯、牙买加、尼加拉瓜、巴拿马、特立尼达、阿根廷、哥伦比亚、秘鲁、苏立南、委内瑞拉。

亚洲: 斯里兰卡、印度、印度支那、马来西亚、菲律宾、萨巴、中国 (广东、福建、云南、湖南、浙江)、以色列。

澳洲: 澳大利亚及大洋洲 (新喀利多尼亚)、塔希

* 见于 Jber. Ver. Angew Bot. 6:227, 1908.

場。

b. 基物种类: 除文献记载的番荔枝科 (*Annonaceae*-番荔枝属 *Annona*)、桑科 (*Maraceae*-无花果属 *Ficus*)、楝科 (*Meliaceae*-楝属 *Melia*); 香椿 *Toona sinensis* (A. juss) Roem, 禾本科 (*Gramineae*-鼠尾粟属 *Sporobolus*)、锦葵科 (*Malvaceae*-木槿属 *Hibiscus*)、梧桐科 (*Sterculiaceae*-可可属 *Thebroma*)、漆树科 (*Anacardiaceae*)、夹竹桃科 (*Apocynaceae*)、紫葳科 (*Bignoniaceae*)、木棉科 (*Bombacaceae*)、大戟科 (*Euphorbiaceae*)、豆科 (*Leguminosae*)、桃金娘科 (*Myrtaceae*-番石榴属 *Psidium* L.)、鼠李科 (*Rhamnaceae*)、楸科 [*Tiliaceae*-*Corchoropsis tomentosa* (Thumb) Makino] 田麻之外, 据我们的资料增加了杨柳科 (*Salicaceae*-垂柳 *Salix labyronica* L.)、槭树科 (*Aceraceae*-中华槭 *Acer sinense* Pax.)、橄榄科 (*Burseraceae*-毛叶白头树 *Caruga pinnata* Roxb.) 三个科的寄主; 此外

据文献记载在伤夷接种的条件下本菌可侵染紫葳科 (*Bignoniaceae*) 和榆科 (*Ulmaceae*); 据报道还可以从土壤中分离到。[10]

(三) 形态学特征

在马铃薯葡萄糖琼脂上, 28℃ 培养三天, 气生菌丝絮状, 最初白色至乳酪色, 3—5 天后有玫瑰色, 菌落中部的气生菌丝上呈现玫瑰-洋红色并渗入培养基中, 色泽随菌龄变深, 并在气生菌丝上开始出现粉状外观, 这是由产生的小型分生孢子所致, 7—10 天后菌落中央出现蛙肉色-橙黄色的粘孢团及分生孢子梗座, 少数菌株有金黄色或洋红色的子座 (在米饭培养基上的子座黄色具紫色素) 或在后期产生由假柔组织构成的块状物或垫状物, 由此生出它的子囊壳。

菌落生长速度按 Booth 法为 3.2cm/4 天, 按 Joffe 法为 3.0cm/5 天, 按 Gerlach & Nirenberg 法为 7.5—8cm/10 天, 按我们的方法有两种类型: 扩展型为 3.0cm/5 天, 局限型为 1.8cm/5 天, 后者为产子囊壳菌株。

小型分生孢子产生在气生菌丝 (直径 2—4μm 处) 生出的分生孢子梗的末端瓶状小梗上, 分生孢子梗或作为气生菌丝的侧分枝, 或作为稀疏双分叉的 2 或 3 级分枝, 按 Booth 法瓶状小梗的量为 28—46 × 4—5 μm, 来源于分生孢子梗座的瓶状小梗的量为 30—40 × 5—6 μm, 按 Gerlach & Nirenberg 法为 12—40 ×

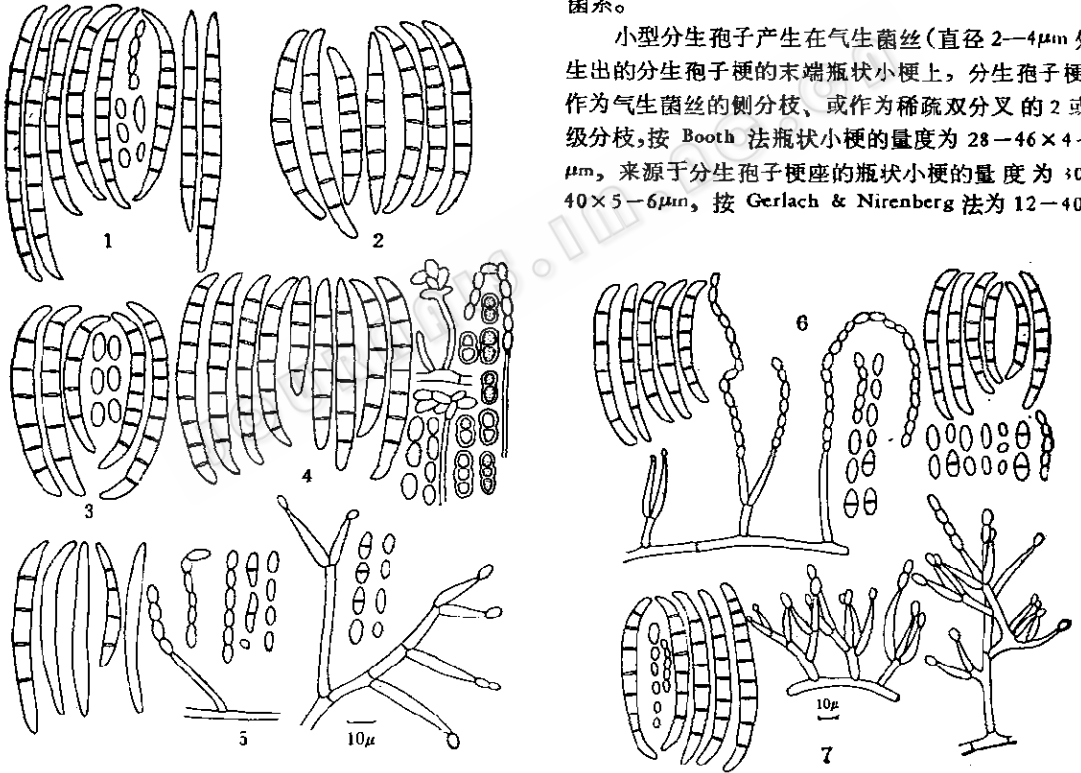


图1 国内分布的7株菌的孢子、孢子梗形态图

1. NF4997, 分离自广东梅县, 垂柳枯梢。大型和小型分生孢子。
2. NF4231, 分离自浙江杭州, 垂柳枯梢。大型和小型分生孢子。
3. NF4624, 分离自长沙岳麓山, 中华槭渍伤部。大型和小型分生孢子。
4. NF4552, 分离自浙江杭州, 垂柳枯株 (产子囊壳菌株)。大型和小型分生孢子, 子囊孢子和分生孢子梗。
5. NF4233, 分离自云南景洪, 毛叶白头树枯枝。大型和小型分生孢子, 分生孢子梗。
6. NF4995, 分离自福建鼓浪屿, 无花果朽木。大型和小型分生孢子, 分生孢子梗。
7. NF5069, 分离自福建集美, 无花果气根。大型和小型分生孢子, 分生孢子梗。

表1 多隔镰刀菌的小型分生孢子量度

菌株或数据来源	小型分生孢子的量度 (μm)
Booth (1971) 的描述	0—1 隔: 10—15 \times 3—5
Gerlach 等人(1982)的描述	0—1 隔: 6—20 \times 3—4.5(-5)
NF4995 (分离自福建厦门鼓浪屿无花果朽木) 菌株	0 隔: 4.2—10.5 \times 3.2—5.3 1 隔: 14.7 \times 6.3
NF5069 (分离自福建集美无花果气根)菌株	0 隔: 6.3—10.7 \times 2.5—5.3 1 隔: 14.7 \times 6.3
NF4623 (分离自湖南长沙岳麓山中华槭溃疡部)菌株	0 隔: 5.3—10.5 \times 2.6—4.2 1 隔: 13.7—15.8 \times 4.2—6.3
NF4233 (分离自云南景洪毛叶白头树枯枝)菌株	0 隔: 6.3—12 \times 3—5.2 1 隔: 10.5—18.9 \times 2—3
NF4997 (分离自广东梅县垂柳枯梢)菌株	0 隔: 6.3—10.5 \times 2.6—4.2 1 隔: 10—15.0 \times 4.0—5.5
NF4231* (分离自浙江杭州垂柳枯梢)菌株 (扩展型)	0 隔: 5.3—11.6 \times 3.2—6.3 1 隔: 10—12.0 \times 4.5—5.5
NF4552* (分离自浙江杭州垂柳枯梢)菌株 (局限型)	0 隔: 7.4—10.6 \times 5.3—6.3 1 隔: 10—13.3 \times 5.0—6.0

* NF4231 和 NF4552 菌株原编号为浙 374 号, 系浙江农大陈鸿逵教授赠送, 经我们纯化分离得此两株菌株, 分为扩展型和局限型。

2.5—4.0 μm , 我们的结果证明其量度随菌株而异, 如 NF4995 菌株的瓶状小梗为 18.9—49.9 \times 2.1—3.8 μm , 而 NF5069 菌株的瓶状小梗为 21—42 \times 2.1—2.5 μm 。小型分生孢子成串、卵形、椭圆形, 有时呈不规则的长形, 基端略窄缩略呈乳状突起、透明、链状着生、大多数无隔, 少数有 1 隔, 量度为 4.2—12.6 \times 2.5—6.3 μm , 1 隔: 10.5—18.9 \times 2—6.3 μm 。不同菌株的小型分生孢子的形态及量度有差别, 有的菌株只产生 0 隔的小型分生孢子, NF4233 菌株的 1 隔小型分生孢子比其它菌株的同类孢子显得瘦长 (图 1)。小型分生孢子的形态、隔膜的有无及量度对识别拟穗霉组镰刀菌的种及种下分类单位将是有效的分类依据。七个菌株的小型分生孢子的量度与 Booth^[2]、Gerlach 等^[6]的量度记载比较见表 1。

大型分生孢子生长在孢子梗座的分枝末端瓶状小梗上, 瓶状小梗 25—48 \times 3.5—4.8 μm 。大型分生孢子大、壁厚、镰刀形、圆柱形至广纺锤形, 在长度上大部分直径均等椭圆形弯曲, 顶端细胞和脚细胞随不同菌株而异。现将几位分类学家描述的分生孢子量度列于表 2。我们对国内分布的七株菌的大型分生孢子进行了观察和测量, 结果见表 3。

多隔镰刀菌的各菌株都未发现厚垣孢子。我们

的观察与文献记载相符。文献记述在条件适宜时有些菌株可产生硬脆丽赤壳 [*Calonectria rigidiuscula* (Berket Brumc) Sacc.] 的子囊壳阶段, Wollen-weber & Reinking 描述子囊壳阶段的形态如下:

“子囊壳散生或聚集, 卵形或球形, 鲑色, 干时革褐色, 很少因子座而变红色, 外部鳞片状, 0.37 \times 0.28 (0.27—0.6 \times 0.18—0.4)mm, 子囊具 4 个子囊孢子, 极少数具 2—8 个子囊孢子。子囊孢子纺锤形、稍弯曲, 两端钝圆锥形, 具不明显条纹, 成堆时浅褐色, 多为 3 隔, 很少 4—6 隔, 偶尔 1—2 隔或 7 隔。

子囊孢子: 1 隔 15 \times 7.2(13—18 \times 6—9) μm 。
3 隔 25 \times 7, 大多数 19—29 \times 5.5—7.5(18—37 \times 5—9) μm 。
7 隔 25—45 \times 7—9 μm

具 2 个孢子的子囊的大多数子囊孢子量度为 28 \times 7.6(23—38 \times 7—9) μm 。

子座垫状或扁平, 浅色、易消解。菌丝呈羊毛状, 浅白色或粉红色, 后期干固或消解。分生孢子阶段为多隔镰刀菌 *F. decemcellulare*”。Booth^[2] 对本菌子囊阶段的描述如下: “在自然界子囊壳产生在寄主植物的木质部分的子座表面, 在外皮下产生。子囊球形, 乳酪色至黄色, 具粗糙突起物, 高 200—320 \times 直径 190—

表2 不同学者对大型分生孢子的分属描述及量度 (μm)

资料来源	Wollen-weber & Reinking (1935) ^[10]	Raillio. A. I. (1950) ^[11]	Joffe. A. Z. (1974) ^[12]	Booth (1971) ^[13]	Gerlach & Nirenberg ^[14] (1982)
0	7.8×3.6, 大部分 7—9×3—4 (5—11×2—4.5)		6.5—9×3.0—4.0		7×3.4, 绝大部分 6—9×3.0—4.0 (5—11×2.0—5.6)
1	14×4, 大部分 12—20×4—4.5 (10—28×2—5)		11—21×3.6—4.5		14×4.0, 绝大部分 12—20×4.0—4.5 (10—28×2.0—5.0)
3	34×4.9, 大部分 25—42×4.5—5.5 (20—67×3.5—6)	32×5.5 (30—36×5.5)	26—44×4.5—5.2		34×4.9, 绝大部分 25—42×4.5—5.5 (20—67×3.5—6.0)
5	58×5.8, 大部分 53—64×4.7—6.5 (42—72×4.5—8)	54×6.25 (42—81×5.5—7.25)	50—62×4.8—6.5		58×5.8, 绝大部分 53—64×4.7—6.5 (42—76×4.5—8.0)
6		62×6.5 (57—68×6.25—7.25)			
7	72×6.2, 大部分 58—78×5—7.7 (60—95×4.5—8)	74×6.5 (70—81×6.25—7.25)	56—77×5.2—7.5		72×6.2, 绝大部分 58—78×5.6—7.7 (60—95×4.5—8.0)
8				55—130×6—10	
9	85×6.5, 大部分 75—97×5—8 (68—114×4.5—8.5)		72—95×5.4—8.2		85×6.5, 绝大部分 75—97×5.0—8.0 (68—114×4.5—8.5)
10					
11	94×6.6, 大部分 80—111×5.3—7.5 (75—131×5—9)		83—112×5.2—8.7		94×6.6, 绝大部分 80—111×5.3—7.5 (75—131×5.0—9.0)
12—13	极少数 90—130×6.0—9				

表 3 园内分泌的七株菌的大型分生孢子的量度 (μm)

菌号	NF4995	NF5069	NF4623	NF4233	NF4997	NF4231 (扩展型菌株)	NF4552 (局限型菌株)
3			40—42×5—5.3				
4	38—62×5.0—6.3		42—46.2×4.2—4.6	40—50×4.6—5.3			
5	58—75×5.3—6.3		54.6—58×5.3—6.3	52—55×5.3—6.3	65—73×6—6.3	55—81.6×6.3—7.4	45—62×6—7
6	60—71×5.3—6.3	60—70×5.3—6.5	67.2×4.2				
7		70—84×5.3—6.5	70—73×6.3—6.7	63—77×5.3—6.3	80—111×5.3—6.3	77—100×7—7.4	70—92×7.4—8.4
8							
9		85—88×5.9—6.2	76×6.3				95×8.4

300 μm 。子囊棍棒形,通常含4个孢子的子囊量度为70—100×12—14 μm 。也有含2个或8个孢子的子囊;子囊孢子透明、椭圆形至肾形、具3横隔,有模糊的纵向条纹,成熟时22—28×7—10 μm ”。

Booth^[1]还介绍了同宗和异宗菌系的资料以及诱发同宗和异宗菌系产生子囊壳的方法:“Reichle & Syder^[13]认为存在同宗和异宗菌系,使用含有研碎的干玉米皮壳以甲基氧化丙烯(Propylene oxide)灭菌后,与融化的水琼脂一起倒深底的培养皿,接种培养,他们获得了同宗菌系的单分生孢子菌株的子囊壳阶段。异宗菌系成熟的子囊壳是通过把对应菌的分生孢子悬液倒在培养基中已经产生子囊壳原基的另一株菌系的子囊壳原基上培养得到的。他们发现同宗配合的种都能形成含4个孢子的子囊,而异宗结合的菌系产生含2—8个孢子的子囊。Ford等人^[4]证实异宗结合的菌系致病力较强”。

我们分离的七株多隔镰刀菌,除NF4552属于同宗结合菌系并且不经诱发就产生子囊壳外,其余六株菌在未经诱发均未观察到子囊壳阶段。NF4552的子囊孢子呈花生壳形、哑铃形,大多数为一个隔膜,少数为两个隔膜,隔膜处缢缩,1隔量度为10—14.4×4—6.5 μm ,2隔量度为15—17×6—6.5 μm ,与文献记述的1—7隔中多数为3隔有一定差别,但是否反映种的特征有待进一步研究。

(四) 生物学性状

a. 植物致病性:多隔镰刀菌对植物病害最明显的例子是作为可可梢枯病(或称皮腐病)的病原菌,由于它常与可可球二孢菌(*Botryodiplodia theobromae*)并合造成可可的梢末、花序、叶褥的树瘤病,严重影响可可的产量。有资料证明存在对树梢、花序及叶褥侵染的一定的生物学菌系,表明有寄生专化性的趋势。Ford等人^[4]发现同宗结合菌系的子囊孢子没有致病力而异宗结合的子囊孢子致病力强。除了侵染可可外,还侵害许多树木的树梢,几乎在它存在的部位,总是伴随由它引致的病害发生,尤其在树木生长衰弱和存在复合侵染时,病害更易发生。近年Singh等人^[14]证明本菌可引起滇刺枣(*Zizyphus mauritiana* Willd.)组织增生树瘤及丛枝病。

b. 腐生性:据文献记载本菌常以腐生形式存在于寄主植物的树梢、垂死枝、腐烂果实及热带、亚热带地区的土壤中。我们的研究结果表明在纯粹腐生性的样品中很少分离到本菌,除非该样品与寄主性存续密切相关。Joffe^[10]报道在以色列Milkve地区具五年轮作(玉米—荷兰翘翘—小麦—大巢菜—燕麦)并施无机肥的农田土壤样品中分离到本菌,提供了从土壤中直接分离该菌的例子。Joffe^[11]指出在具五年轮作并施厩肥的农田土壤中却没有分离到该菌,这种情况可能与本菌的腐生竞争能力弱有关。

c. 毒素: Ueno 等人^[16]报道本菌产生新茄病镰刀菌烯醇 (neosolaniol) 毒素和 T- α 毒素及二醋酸蔗草镰刀菌烯醇 (diacetoxyscirpenol), Ishii 等人^[17]认为本菌不产生玉米赤霉烯醇。

(五) 问题和讨论

尽管一直认为拟穗霉属 (*Spicarioides*) 和多隔镰刀菌 (*F. decemcellulare* Brick.) 是镰刀菌中稳定的代表,但它本身却包涵着一些不稳定的因素。随着研究的深入,其组种结构将发生新的变化,如本文所指出:来源于不同寄主植物的不同菌株,其生长速度、菌落外观、大型和小型分生孢子、子囊孢子的形态及量度都有明显的差异,尤其是 NF4997、NF4552、NF4233 三个菌株各有其本身的分类特征,很难将它们囊括于同一分类单元内,它们可能是不同的种或同一种内的不同变种、专化型或型。由于对其子囊壳阶段的诱发培养和观察、致病力接种试验还有待细致研究,故其组、种结构尚未能作定论。

多隔镰刀菌的地理分布也有值得研究的地方,这个种无疑是热带和亚热带的种,但在与亚热带毗连的温带地区也有它的分布,如我国湖南长沙岳麓山就是典型的温带地区,浙江杭州也是。本种究竟在地理分布上,在北纬多大的纬度线有分布是值得追究的问题。究竟是地理分布(纬度线)关系大还是寄主植物的种属关系大?本菌的热带菌株与温带菌株在分类上属不属于同一分类单元?这些问题都有待于进一步调查研究方能揭晓。

参 考 文 献

- [1] Bilay, V. I.: *Ann. Acad. Sci. Fenn. A, IV Biologica*, 168: 7—18, 1970.
- [2] Booth, C.: Section *Spicarioides*, The Genus *Fusarium*. C. M. I. Kew, Surrey, England, p. 75—77, 1971.
- [3] 陈鸿逵等: *植物药理学报*, 9(1): 1—6, 1979.
- [4] Ford, E. J. et al.: *Phytopathol.*, 57: 710—712, 1967.
- [5] Gerlach, W.: *Ann. Acad. Sci. Fenn. A. IV. Biologica*, 168: 37—49, 1970.
- [6] Gerlach, W. and H. Nirenberg.: Section *Spicarioides*, The Genus *Fusarium*-a Pictorial Atlas, Berlin, p. 83—86, 1982.
- [7] Gordon, W. L.: *Can. J. Bot.*, 38: 643—658, 1960.
- [8] Ishii, K. et al.: *Appl. Microbiol.*, 27(4): 625—628, 1974.
- [9] Joffe, A. Z.: *Mycopathol. Mycol. Appl.*, 53: 201—228, 1974.
- [10] Joffe, A. Z.: *Mycol.*, 55(3): 271, 1963.
- [11] Raillo, A. I.: *Fungi of the genus Fusarium*. Moscow, Government Publishers of Agricultural Literature, p. 415, 1950.
- [12] Reichle, R. E. and W. C. Snyder.: *Phytopath.* 54: 1297—1299, 1964.
- [13] Saccardo, P. A.: *Michelia*, 1: 313, 1878.
- [14] Singh, U. P and H. B. Singh: *Mycol.*, 70: 1126—

1129, 1978.

- [15] Snyder, W. C. and H. N. Hansen.: *Am. J. Bot.*, 32: 657—666, 1945.
- [16] Ueno, Y., et al.: *Appl. Microbiol.*, 25: 699—704, 1973.
- [17] Wollenweber, H. W. and O. A. Reinking.: *Fusarium decemcellulare* Brick, *Die Fusarium*, Mit 95 Textabbildungen, p. 37, 1935.

新书介绍

《放线菌分类研究及其资源开发》

本书是配合放线菌生物资源开发而编写的放线菌分类学新技术新方法的一本专著,由中国科学院微生物所阮继生、刘志恒等编撰。全书共 17 章,约 30 万字。本书简要地叙述了放线菌 53 个属分类学特征,形态建成,化学分类如细胞壁组成、磷酸类脂、枝菌酸、醌的分析方法,分子生物学技术如 DNA 中 GC 百分比、DNA-DNA (RNA) 杂交、16S rRNA 寡核苷酸序列编目等,放线菌生态学,放线菌噬菌体,人畜放线菌病的诊断与治疗,共生固氮放线菌以及放线菌的资源与开发。本书内容丰富新颖,方法详尽实用,为提高放线菌分类研究工作提供了有益的指导,且对放线菌资源开发应用有实用价值。该书可供大专院校师生、科技人员、卫生检疫人员以及从事微生物资源开发者参考。本书将于 1988 年底由科学出版社出版。需要本书者请与作者联系。

(魏 同)

《短梗霉多糖及其应用》

微生物多糖是近代开发的一类有较大经济价值的微生物发酵产物,不仅可代替某些植物胶原材料,更由于其无毒而广泛应用于食品、药品、化妆品、粘着剂、化学肥料、农药等多种工业领域而倍受重视。由中国科学院微生物所谈家林编写的《短梗霉多糖及其应用》一书,简明扼要地介绍了由短梗霉发酵产生的一类多糖的国内外科生产应用概况。本书共分六部分,即引言、短梗霉多糖概况、生产、性质、加工、应用。需要本书者,请与本刊编辑部联系。

(本刊讯)