

广西红树林炭疽病研究*

Anthracnose of Mangrove in Guangxi

黄泽余

周志权

Huang Zeyu

Zhou Zhiquan

(广西科学院生物研究所 南宁市大岭路 2号 530003)

(Institute of Biology, Guangxi Academy of Sciences, 2 Dalinglu, Nanning, Guangxi, 530003)

摘要 1996年至1999年在广西沿海山口、钦州、防城3个红树林分布区调查红树林病害,发现5科6种红树植物受到炭疽病菌的侵染。炭疽病菌主要引致叶斑,偶也危害枝梢、胚轴,引起枯萎,在不同树种上表现的症不同。从红树病组织上分离到的这些菌株只对原寄主致病,对其他红树种类及一些陆生树种如杧果 (*Mangifera indica*)、扁桃 (*M. persiciformis*) 和番石榴 (*Psidium guajava*) 没能接种成功,表明具有寄生专化性。尽管这些菌株在培养特性、形态特征、致病性上有所不同,但按 Sutton现代分类系统均属于胶孢炭疽菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*)。红树炭疽病的发生与红树树种和分布区的不同而有轻重之别,虫口和机械伤口的存在使得炭疽病加重。

关键词 红树林 炭疽病 胶孢炭疽菌

Abstract Mangrove disease was investigated in Shankuo, Qinzhou, Fangcheng mangrove areas along the coast of Guangxi from 1996 to 1997. Five families and six species of mangrove trees were infected by *Colletotrichum*. The disease symptom was different on different species of mangrove tree. It mainly causes leaf spot, sometimes shoot and plumular axis blight. The pathogen separated from mangrove trees of one species can't infect the other mangrove ones and other terrestrial trees, such as *Mangifera indica*, *M. persiciformis* and *Psidium guajava*, except for mangrove trees of the same host species. It suggested that the pathogens had parasitic specialization. There were some differences in cultural character, shape and pathogenicity among different strains, but all strains belong to *Colletotrichum gloeosporioides* according to the Sutton's modern classification system. The serious degree of anthracnose related to the species and distribution district of mangrove tree. The existence of both wounds caused by pest and mechanical cuts can make anthracnose more serious.

Key words mangrove, anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*

中图法分类号 S 763.15

炭疽病是植物常见的一类病害,寄主范围广,从单子叶植物到双子叶植物,从裸子植物到被子植物均有炭疽病害。陆生植物的炭疽病已有很多报道^[1],而对于生长在热带、亚热带海岸和河口潮间带的红树植物,尚未见炭疽病害的报道。作者于1996年至1999年在广西沿海进行红树林病害调查时,发现多数红树植物发生炭疽病,现将有关红树植物炭疽病研究的结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 病害标本采集和症状观察^[2,3]

以广西沿海潮间带的红树林木本植物为研究对象,山口、钦州、防城三个红树林分布区为调查重点,每年分四季进入林区随机调查和系统调查,观察红树炭疽病害的症状和调查炭疽病的发病特点。

1.2 病原菌的分离培养及形态观察

对采集到的新鲜病叶,按常规组织分离法,每种红树病组织分离4皿,每皿分散接4个方块,置PDA平板25℃恒温培养,观察病原菌的培养特性和形态特

1997-09-21收稿。

* 广西青年科学基金资助项目。

征,并用测微尺测量分生孢子和附着胞的大小。

1.3 病原菌的致病性测定

采用 Koch's 法^[4],将从病组织上分离到的病原菌纯培养物(菌丝和孢子)制成悬浮液,在室内对盆栽红树的叶片进行针刺接种,每株接5~6片叶,设计针刺涂灭菌水的植株作对照。然后在室温下(25°C~30°C)保湿培养,观察人工接种叶片与对照叶片的发病情况。同时对接种成功的病斑再按上述方法进行病原菌分离、镜检,确认致病菌株。

此外,为测定各菌株的寄主范围和交互侵染的可能性,将分离到的菌株交互接种于常见红树种类以及芒果、扁桃、番石榴等部分陆生植物上,观察其发病情况。

1.4 病原菌的分类鉴定^[6-12]

将自然条件下形成的病斑直接切片或挑取病菌子实体在显微镜下观察病原菌的形态,同时结合分离菌株的培养特性、形态特征以及病原菌致病性测定的结果。根据 Sutton 等^[7]建立的炭疽菌属现代分类系统,对各种红树植物的炭疽菌进行分类鉴定。

2 结果

2.1 红树植物炭疽病症状

红树植物的炭疽病主要危害植物的地上部分,常见的是叶斑。红树种类不同,叶斑的形状、大小、颜色各有不同(表1)。叶部病害造成早期落叶,严重时

影响树木的正常生长。有些红树除叶病外,嫩芽嫩梢、小枝和胚轴(胚轴是红树植物适应海洋湿地生境所特有的植物“胎生”繁殖体)也被危害。被侵害的嫩芽、枝条引起枯萎。在高温多雨季节,发病枝条的病部有很多小黑点,有时分泌桔红色粘稠物(病原菌的分生孢子团);胚轴病害极少,偶见胚轴表皮伤口处炭疽菌侵染而形成的近圆形褐色病斑,有的在病部扭曲变形。

2.2 病原菌的培养特性和形态特征

对采自广西沿海的木榄、秋茄、桐花、榄李、白骨壤、海漆等6种红树植物炭疽病叶进行病原菌分离培养。结果发现,在25°C恒温培养(天左右),多数接点形成灰白或灰黑色的菌落;1天左右,许多菌落的表面分泌桔黄色或桔红色粘稠物(分生孢子团),有的还形成菌核。同时从病原菌纯化培养和病斑上子实体镜检来看,其分生孢子盘的大小,刚毛的有无与大小,以及桔黄(或桔红)色粘稠孢子团的产生与否都有较大的差别。分生孢子盘扁平、近圆形,叶面生,直径一般为80μm~200μm;刚毛或多或少,大小一般为(30~60)μm×(2.8~3.5)μm;在PDA培养基上,分生孢子团常见为桔黄色或桔红色。分生孢子单胞无色,两端纯圆,圆筒形或长椭圆形,大小一般为(6~18)μm×(3.2~5.1)μm;附着棒状、椭圆形或不规则形,大小为(5~12)μm×(3.2~5)μm;(详见表2图1)。

Table 1 The anthracnose symptoms of mangrove trees

红树种类 Species of mangrove	病害症状 Symptoms of disease	
	叶 Leaf	枝梢或胚轴 Shoot or plumular axis
大戟科 Euphorbiaceae 海漆 <i>Excoecaria agallocha</i> L.	叶面初为水渍状小斑,后沿主脉或侧脉扩展成不规则褐斑,全叶变黄早落。Small ret spot on leaf surface at first, then becomes irregular brown along leaf veins, leaves become yellow and fall at earlier time	病枝枯萎,皮层与木质部脱离,内表皮发黑,潮湿时有桔红色粘稠物。Shoot blight, cortex separates from xylem, produce orange and red spore mass when it is humid
红树科 Rhizophoraceae 木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (L.) Sarvigny	叶面不规则红褐斑,病斑较大,有时几个相连,病健分明,呈淡黄色。Irregular brown spot on leaf surface, spot is bigger, sometimes several spots link together, section between disease and health is obvious and light yellow	病梢黑褐枯萎;从胚轴表皮伤口形成近圆形褐斑。Shoot blight, produce near round brown spot at cuticle wound of plumular axis
红树科 Rhizophoraceae 秋茄 <i>Kandelia candel</i> (L.) Druce	叶面不规则形褐斑,病斑周围的组织皱缩。Irregular brown spot on leaf surface, tissue becomes little wrinkle	顶梢灰褐色,病枯;胚轴伤口形成近圆形褐斑,有的在病部扭曲变形。Shoot blight, grey brown, produce near round brown spot at wound of plumular axis, some disease sections contort
使君子科 Combretaceae 榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i> Willd	病害主要发生匙形叶边缘,呈条状褐斑。Line brown disease spot of edge of leaves	病梢初期出现褐斑,后落叶枯萎。At first produce brown spot on shoot, then shoot blight and leaves fall
紫金牛科 Myrsinaceae 桐花 <i>Aegicera corniculata</i> (L.) Blanco	生不规则褐斑或灰褐斑,多见于虫口或伤口上,病健交界处深褐稍凸起。Produce irregular brown and grey brown spot, mainly at wounds caused by pest or mechanical cuts, section between disease and health deep brown, little convex.	调查中未发现枝条或胚轴得病。Didn't find any disease on shoot and plumular axis during investigation
马鞭草科 Verbenaceae 白骨壤 <i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh	多危害嫩叶,形成不规则黑褐斑,背面黄褐色。Mainly harm nursery leaves, produce irregular black brown spot, the back of spot yellow brown	常危害树冠顶部的嫩梢,造成黑褐枯萎。Mainly harm nursery shoot, become black and brown blight.

表2 红树植物炭疽病形态特征

Table 2 The shape character of *Colletotrichum gloeosporioides* of mangrove tree

寄主植物 Host plant	病菌特征 Pathogen character				
	分生孢子盘大小 Size of acervulus (μ m)	刚毛 Sete (μ m)	PDA菌落情况 Colony at PDA medium	分生孢子大小 Size of conidia (μ m)	附着孢大小 Size of appressoria (μ m)
木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (L.) Sarvigny	130~ 260	刚毛少 Less (50~ 75) \times (3.0~ 3.6)	菌落初为白色, 后变成淡褐色, 背面褐色, 产生桔红色粘调分生孢子团。At first white, then light brown, produce yellow orange spore mass.	(12.5~ 20.0) \times (3.5~ 4.5)	(14.0~ 16.2) \times (3.8~ 4.6)
秋茄 <i>Kandelia candel</i> (L.) Druce	82~ 240	刚毛多 more (32.2~ 71.3) \times (2.6~ 3.5)	菌落灰黑色, 产生黑生色菌核, 产生桔黄色粘调分生孢子团。Grey black, produce black sclerotium and yellow orange spore mass.	(8.5~ 14.5) \times (3.2~ 4.1)	(9.2~ 13.6) \times (3.5~ 4.0)
桐花 <i>Aegicera corniculata</i> (L.) Blanco	85~ 156	刚毛多 more (46~ 57) \times (3.0~ 3.5)	菌落灰白色, 产生桔黄色珠点状粘调分生孢子团。Grey white, produce yellow orange spore mass.	(8.6~ 15) \times (3.0~ 3.8)	(5.6~ 9.2) \times (3.2~ 4.1)
白骨壤 <i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh	86~ 108	无刚毛 no seta	菌落灰白色, 产生桔黄色粘调分生孢子团。Grey white, produce yellow orange spore mass.	(8.5~ 17.5) \times (3.5~ 5.1)	(5.0~ 9.3) \times (3.6~ 4.5)
榄李 <i>Lumnitzera cerosa</i> Willd	67~ 126	刚毛少 less (36~ 45) \times (3.0~ 3.5)	菌落灰黑色, 绒状, 产生桔黄色粘调分生孢子团。Grey black, vilus, produce yellow orange spore mass.	(9.2~ 14.8) \times (3.5~ 4.1)	(6.5~ 11.5) \times (3.0~ 4.2)
海漆 <i>Exoecaria agallocha</i> L.	210~ 276	刚毛多 more (56~ 61.5) \times (3.5~ 4.0)	菌落初为灰白, 后变灰黑, 产生黑色菌核。At first grey white, then grey black, produce black sclerotium.	(8.5~ 15.8) \times (3.2~ 4.1)	(9.2~ 12) \times (3.5~ 4.5)

2.3 病原菌的致病性

按 Koch's法, 将所有菌株分别回接到原来的寄主植物上, 经 20 d~ 30 d 均表现出与在自然条件下发生的炭疽病相似, 甚至相同的症状。接种后潜育期最长的是榄李, 12 d 才表现症状; 最短的是白骨壤, 仅 6 d 就出现明显的炭疽病症状。30 d 以后, 海漆、木榄、桐花、白骨壤的病斑上还形成子实体, 挑取接种叶片病斑上的子实体镜检和用组织法分离纯培养病原菌镜检, 发现接种叶片形成病斑的病原菌形态与接种菌株形态几乎没有区别。说明这些炭疽菌菌株的分离纯化是成功的, 它能引起相应红树植株产生炭疽病。

同时, 经交互接种试验的重复测定, 发现这些炭疽菌的分离菌株只能对原寄主红树致病, 接种后出现病害症状, 而对其他红树均未能接种成功。此外, 再用这些菌株分别接种于芒果 (*Mangifera indica* L.)、扁桃 (*M. persiciformis*)、番石榴 (*Psidium guajava*) 等陆生经济植物, 在叶上均没有观察到发病, 而接种于番茄果实, 可见以接种点为中心的环形凹陷腐烂。说明这些红树植物炭疽菌菌株寄主范围较窄, 可能存在较强的寄生专化性, 有待进一步研究。

2.4 病原菌的分类鉴定

炭疽菌属 (*Colletotrichum* Cda) 由 Corda 建于 1832 年。此属成员引起各种经济作物病害, 但其分类

地位一直未定。传统的分类是根据分生孢子盘发育方式, 刚毛有无, 寄主植物不同以及其他微小的形态差异。将这类真菌划分为 *Vemicularia* Tode, *Gloeosporium* Desm 等几个属以及上千个种。直到 VonArx^[6]和 Sutton^[7]等根据模式标本和原始描述的查实, 将这些属种进行了归并, 确认 *Colletotrichum* Cda. 是唯一正确的属名。王晓明和李建义^[11, 12]提议此属的中文名改称为“炭疽菌属”。Sutton^[7]在炭疽菌属下承认 19 个种和 3 个种群, 把 *C. gloeosporioides* (Penz) Sacc 作为一种群 (group), 这种处理方式真菌学家和植物病理学家普遍接受。以此为依据, 查对我们从红树植物上分离到的炭疽菌菌株的培养特性和形态特征 (表 2) 以及致病性的特点, 我们认为危害广西沿海红树植物的炭疽菌为胶孢炭疽菌 (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc.)。

尽管该胶孢炭疽菌危害隶属于 1 科 6 种红树植物, 但从不同的红树植物上分离到的炭疽菌株, 只能侵染原来的寄主, 而对其他红树植物种类没能接种成功, 说明这些菌株具有寄生专化性。值得指出的是, 在这些红树植物炭疽菌中, 从秋茄叶斑上镜检和分离到胶孢炭疽菌的有性阶段围小丛壳菌 (*Glomerella cingulata* Spauld. et Schrenk), 把它放在 PDA 上培养, 菌落灰黑色; 子囊壳褐色, 近球形, 集生, 单个子囊壳直径为 96 μ m~ 132 μ m; 子囊棍棒形, 单层壁,



图1 Fig. 1

桐花胶孢炭疽菌株的分生孢子 (1)和在 PDA上产生桔黄色粘质分生孢子团 (2); 海漆胶孢炭疽菌株的菌丝、分子孢子 (3)和在 PDA上产生的分生孢子盘、刚毛 (4); 秋茄炭疽菌的有性态围小丛壳菌的子囊和子囊孢子 (5); 木榄胶孢炭疽菌株的分生孢子 (6); 白骨壤胶孢炭疽菌株的分生孢子 (7); 榄李胶孢炭疽菌株的菌丝、分生孢子、附着胞 (8)

The conidia (1) and yellow orange spore mass (2) on PDA of *C. gloeosporioides* strain isolated from *Aegiaera corniculata*. The mycelia, conidia (3) and acervulus, seta (4) on PDA of *C. gloeosporioides* strain isolated from *Exaecaria agallocha*. The ascus and ascospore (5) of *Glomerella cingulata* Spauld. et Schrenk strain isolated from *Kandelia candel.* The conidia (6) of *C. gloeosporioides* strain isolated from *Bruguiera gymnorhiza*. The conidia (7) of *C. gloeosporioides* strain isolated from *Aicenni marina*. The mycelia, conidia and appressoria (8) of *C. gloeosporioides* strain isolated from *Lumnitzera cemos.*

大小为 (56~ 72) $\mu\text{m} \times$ (6.9~ 9.2) μm ; 子囊孢子无色单胞, 纺锤形稍弯曲, 大小为 (13.5~ 16) $\mu\text{m} \times$ (3.8~ 5.2) μm

2.5 红树植物炭疽病发生特点

2.5.1 同一树种在不同分布区病株率不同

根据我们对广西沿海三个红树林分布区的调查, 取其病株率加权平均值统计得表 3

从表 3 可见, 在所调查的红树植物中, 不管是哪一红树种类, 基本上呈现在防城分布区 (21°28'N ~ 21°37'N, 108°02'E ~ 108°16'E) 病株率较高, 钦州分布区 (21°35'N ~ 21°50'N, 108°31'E ~ 108°35'E) 居中, 而在山口红树林保护区 (21°28'N, 109°43'E) 的病株率普遍较低, 说明同一树种病株率在各分布区有较大差异, 并且病害表现由西向东减少的趋势。这也许与红树植物所处的地理环境有较大的关系。

2.5.2 不同的树种的病害程度不同

除病株率外, 为比较不同红树植物受炭疽病危害的程度, 我们于 1996 年 8 月对不同红树随机抽取 5 株, 然后将其病叶进行分级并统计其病情指数得表 4

从表 4 和表 3 可见, 不同红树植物受炭疽病的危害程度有较大差别。无论从病株率还是病害指数来看都以海漆、木榄受害为重, 其他树种较轻, 这也许与海漆主要生长在岸缘、木榄植株高大免受海水潮汐的浸淹, 而有利于炭疽菌侵染有关。

2.5.3 伤口存在使红树病株受害加重

炭疽菌侵染寄主植物时, 其分生孢子先萌发芽管, 在芽管顶端产生附着胞, 再从附着胞长出侵染菌丝穿透寄主的角质层^[13]。如果寄主叶上有虫口、机械伤口无疑对

表3 不同红树炭疽病病株率

Table 3 The incidence of disease in different species of mangrove tree

调查地点 Investigate place	炭疽病病株率 Incidence of disease (%)							
	木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (L.) Savigny	秋茄 <i>Kandelia candel</i> (L.) Druce	桐花 <i>Aegicera corniculata</i> (L.)	榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i> Willd	白骨壤 <i>Avicennia marina</i> (Forsk) Vierh	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i> L.		
山口 Shankou	8	1	3	2	5	14		
钦州 Qinzhou	调查点无此树种 No trees of this species were found		4	9	6	8	26	
防城 Fangcheng	23	2	11	调查点无此树种 No trees of this species were found		12	22	
平均 Average	11.5	2.3	7.6	4.0	8.3	20.7		

表4 各种红树炭疽病的病情指数*

Table 4 The disease index of anthracnose on different species of mangrove

红树种类 Mangrove	病情指数 Disease index
木榄 <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (L.) Savigny	12.3
秋茄 <i>Kandelia candel</i> (L.) Druce	3.0
桐花 <i>Aegicera corniculata</i> (L.)	5.6
榄李 <i>Lumnitzera racemosa</i> Willd	1.7
白骨壤 <i>Avicennia marina</i> (Forsk) Vierh	6.7
海漆 <i>Excoecaria agallocha</i> L.	16

病情分级标准如下 D (0级)——叶片无病斑; 1级——病斑占叶面积 1/8以下; 2级——病斑占叶面积 1/8—1/6; 3级——病斑占叶面积 1/6—1/4; 4级——病斑占叶面积 1/4—1/2; 5级——病斑占叶面积 1/2以上。
Disease classification as follows 0— No disease spot; 1— Less 1/8 area of leaf with disease spot; 2— 1/8 to 1/6 area of leaf with disease spot; 3— 1/6 to 1/4 area of leaf with disease spot; 4— 1/4 to 1/2 area of leaf with disease spot; 5— 1/2 and higher area of leaf with disease spot.

炭疽菌的入侵更为有利。红树的叶片常遭红褐斑腿蝗 (*Catantops pinguis* Stal)、小袋蛾 (*Chalia larminati* Heylearts) 等多种昆虫以及潮间藤壶 (*Balanus littoralis*) 等海洋固着动物的啃食, 留下伤痕斑斑。同时, 地处沿海的红树多受台风袭击, 造成的机械伤口也为炭疽菌易于侵入红树提供了机会。我们在实地调查中也观察到病害严重的植株常常是遭受害虫和海洋固着动物危害的植株, 或者是树体较高大最易受台风的伤害的植株 (如木榄)。此外, 我们实验中还发现, 人工接种病菌若红树叶无伤口也难以成功。这说明虫口和机械伤口是炭疽菌侵染红树植物的主要途径, 伤口存在使红树植株受害加重。

3 讨论

尽管各种红树植物炭疽菌株在培养特性、形态特征和致病性等方面有些不同, 但按 Sutton^[7]的现代分类系统, 这些致病菌株均属于炭疽菌属的胶孢炭菌。胶孢炭疽菌本身就是一个大类群 (group), 表现出很

大的变化幅度。Sutton^[7]特别指出, 不必给它一个作为种的标准描述, 只将其简单地描述为: 分生孢子直, 两端钝圆, (9—14) $\mu\text{m} \times$ (3—4.5) μm ; 附着胞 (6—20) $\mu\text{m} \times$ (4—12) μm , 棒状或不规则形, 有时变为复合体^[7]。因此为实用上的方便, 根据培养特性、致病特点和寄主范围, 区分为不同专化型是必要的。同时, 试验用的红树植物分属于 4 科 6 种, 是一个遗传性状复杂的物种多样性寄主群体, 对寄生炭疽菌表现不同感病性的现象, 在其他寄主——炭疽菌的相互关系中也不少见, 日本菟丝子、大豆菟丝子对胶孢炭疽菌专化型寄生就是这样^[14-15]。对于红树植物胶孢炭疽菌的专化型问题有待进一步研究。

虫口和伤口是炭疽菌入侵红树植物的主要途径, 减少虫害和其他损伤可有效控制红树林炭疽病害的发生。除台风自然灾害对红树林造成的伤害难以预防外, 虫害和人为伤害 (如在林区砍伐薪柴、放牧、挖取沙虫、贝类等) 完全可以通过加强对红树林的保护和管理予以解决。如山口自 1990 年成立国家级自然保护区以来, 由于保护工作和管理措施落实, 基本上杜绝了人为对红树林的破坏, 至今林区内各种红树生长繁茂, 林内荫闭度大 (0.8—0.95), 良好的森林环境招引来林中活动、栖息的各种鸟类多达 70 余种, 且鸟类群体数量大, 成了红树林害虫的致命天敌, 有效地降低林区虫口密度, 因而大大地减少了炭疽菌侵染致病的机会。同时, 对红树林的良好保护和管理, 增强了红树的抗病能力。所以山口红树林自然保护区的红树炭疽病害比钦州、防城两红树林区要轻得多, 其他的病虫害也少得多。

参考文献

- 刘秀娟. 中国热带、亚热带地区炭疽菌主要寄主植物名录. 热带作物学报. 1987, 8 (2): 37—40.
- 俞大绾. 植物病理学和真菌学技术汇编. 北京: 人民教育

出版社, 1979.

- 3 方中达. 植病研究方法. 1982.
- 4 北京林学院. 林木病理学. 北京: 中国林业出版社, 1984. 58~ 59.
- 5 张中义. 植物病原真菌学. 成都: 四川科技出版社, 1988. 3.
- 6 VonArx5 A. Die Artem der Gattung *Colletotrichum*. *Phytopathol* 2, 1957, 29 413~ 468.
- 7 Sutton B C. The Coelomycetes CMT. Kew. Surrey, England. 1980.
- 8 吴文平, 张志铭. 炭疽菌属 (*Colletotrichum* Cda.) 分类学研究I. 属级分类和名称. 河北农业大学学报. 1994, 17 (2): 24~ 29.
- 9 吴文平, 张志铭. 炭疽菌属 (*Colletotrichum* Cda.) 分类

- 学研究II. 种的划分. 河北农业大学学报. 1994. 17 (2): 31~ 37.
- 10 魏景超. 真菌鉴定手册. 上海: 上海科技出版社, 1978.
- 11 王晓明, 李建义. 陕西省炭疽菌属的研究. 真菌学报, 1987, 6 (4) 1.
- 12 王晓明. 炭疽菌属的现代分类学和陕西省炭疽菌属的种. 咸阳: 西北农业大学, 1985.
- 13 朱克恭. 树木炭疽病. 森林病虫害通讯. 1989, 2 37~ 40.
- 14 张天宇, 胶孢炭疽菌的菟丝子专化型. 真菌学报, 1985, 4 (4): 234~ 239.
- 15 廖咏梅等, 日本菟丝子寄生菌致病力的专化性研究. 广西植物, 1993, 13 (3): 270~ 274.

(责任编辑: 蒋汉明)

(上接第318页 Continue from page 318)

- 6 Sandoval H et al. Screening of Plasmids in *Corynebacteria*, *FMS Microbial Lett*, 1985, 27: 93~ 98.
- 7 Wang YP. Plasmids in NPC. in press.
- 8 Cohen A et al. The Integrated and Free States of *Streptomyces griseus* Plasmid PSGL. *Plasmid*, 1985, 13 4~ 50.
- 9 Parag Y. Goedeke ME. A Plasmid of the Ssomicin Producer *Micromonospora Inyoensis*, *J Antibiotics*, 1984, 37 1082~ 1084.
- 10 Bibb M J et al. Physical and Genetical Characterization of a Second Sex Factor, Acps, for *Streptomyces Coelicolor*. *Mol Gen Genet*, 1977, 154 155~ 156.
- 11 Birnbiom JC. Doly J. A rapid Alkaline Extraction procedure for Screening, Recombinant Plasmid DNA. *Nucl Acid Res*, 1979, 7 1513~ 1523.
- 12 LeBlanc DJ. Rapid Screening Procedure for Detection of Plasmid in *Streptococci*. *J Bacteriol*, 1979, 140 1112~ 1113.
- 13 Eckhardt TR et al. A Rapid Method for the Identification of Plasmid Deoxyribonucleic Acid in Bacteria. *Plasmid*, 1978, 1 584~ 588.
- 14 Holmes DS, Quigley M. A Rapid Boiling Method for the Preparation of Bacterial Plasmid. *Anal Biochem*, 1981, 114 193~ 197.
- 15 Blashek HP. Klack M A. Role of DNase in Recovery of Plasmid DNA from *Clostridium Perfringens*. *APPI Environ Microbiol*, 1984, 18 (1): 178~ 181.
- 16 Chassey BM. A Gentle Method for the Lyses of Oral *Streptococci*. *Biochem Biophys Res Commun*, 1976, 68 603~ 608.
- 17 Wantanbe T, Okada M. New Type of Sex Factor-specific Bacteriophage of *Escherichia coli*. *J Bacteriol*, 1964, 87 727~ 736.
- 18 Duckworth DH et al. Inhibition of Bacteriophage Replication by Extrachromosomal Genetic Elements. *Microbi-*

ol Rev, 1981, 45 (1): 52~ 71.

- 19 Anderson ES. Influence of the Transfer Factor on the Phage Sensitivity of *Salmonella*. *Nature*, 1966, 212 795~ 799.
- 20 Novick RP. Plasmid. *Sci Am*, 1980, 243(6): 103~ 127.
- 21 Meyers JA et al. Simple Agarose Gel Electrophoresis Method for the Identification and Characterization of Plasmid Deoxyribonucleic Acid. *J Bacteriol*, 1976, 127 1529~ 1537.
- 22 Inuzuka N et al. Specific Action of Sodium Dodecyl Sulfate on the Sex Factor of *Escherichia coli* K-12 Hfr Strains. *J Bacteriol*, 1969, 100 (2): 827~ 835.
- 23 Coles NW, Gross R. The Effect of Miconazole on the Induced Synthesis of Penicillinase in *Staphylococcus Aureus*. *Biochem Biophys Res Commun*, 1965, 20 366~ 371.
- 24 Taylor DE, Bevine JG. Characterization of a Plasmid Mutation Affecting Maintenance Transfer and Elimination by Novobiocin. *Molec Gen Genet*, 1979, 174 127~ 133.
- 25 Davies J, Smith DI. Plasmid-determined Resistance to microbial Agents. *Ann Rev Microbiol*, 1973, 32 469~ 518.
- 26 Linton AH. Antibiotics, Animals and Man, an Appraisal of a Contentious Subject. In: Woodbine M. Antibiotics and Antibiosis in Agriculture. Butterworth, London. 1978. 43~ 315.
- 27 Williams SH. Antibiotic Resistance in Bacteria and Associated Problems in Farm Animals Before and After the 1969 Swann Report. In Woodbine M. Antibiosis in Agriculture. Butterworths, London. 1978 57~ 345.
- 28 Hardy K RD. Plasmid In Thomas Nelson and Sons. Bacterial Plasmids. 1981. 50~ 74.
- 29 Wang Jiamu. Plasmid Research at 40 years 1992. unpublished work.

(责任编辑: 蒋汉明)