

江苏省油菜菌核病菌对多菌灵和菌核净的抗药性监测

匡静, 王建新, 周明国

(南京农业大学植物保护学院植物病理学系/农业部作物病虫害监测与防控重点开放实验室, 南京 210095)

摘要:2006—2010年从江苏省12个地级市的油菜产区采集油菜菌核,经分离纯化共获得6017株油菜菌核病菌。采用区分剂量法测定其对多菌灵和菌核净的抗药性。结果表明,2006—2010年间江苏省各地均有多菌灵抗性菌株的分布且抗药性水平较高,抗药性频率分别为63.9%、24.0%、17.1%、16.7%和9.8%,呈逐年下降的趋势。同时经室内研究发现,多菌灵抗性菌株与敏感菌株在菌丝生长、菌核产生、以及致病力等方面无显著差异。而2006—2010年间江苏省油菜菌核病菌对菌核净表现敏感,平均抗性频率仅为0.10%,5年内只在盐城、常州、连云港三地监测到共6株低抗菌株,且菌核净低抗菌株在菌丝生长、菌核产生等方面明显弱于敏感菌株。

关键词:油菜菌核病;多菌灵;菌核净;抗药性

中图分类号:S435,S476

文献标志码:A

论文编号:2011-0164

Monitoring on Carbendazim and Dimethachlon-resistance of *Sclerotinia sclerotiorum* Obtained from the Blight Stems of Rape in Jiangsu Province

Kuang Jing, Wang Jianxin, Zhou Mingguo

(Department of Plant Pathology, College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University,

Key Laboratory of Monitoring and Management of Crop Disease and Pest Insects, Ministry of Agriculture, Nanjing 210095)

Abstract: A total of 6017 single-sclerotium isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* were collected throughout Jiangsu Province in order to determine their sensitivity to Carbendazim and Dimethachlon. From 2006 to 2010, the Carbendazim resistance in *S. sclerotiorum* was widely spread throughout Jiangsu Province with the resistance frequencies of 63.9%, 24.0%, 17.1%, 16.7% and 9.8%, respectively. Although the resistance frequencies decreased year by year, most of them were highly resistant strains. Moreover, there was no significant difference on the performance of mycelial radial growth, pathogenicity, and sclerotial production between Carbendazim resistant and sensitive strains. In the five years, most isolates were considered sensitive to Dimethachlon. Only six isolates collected in Yancheng, Changzhou and Lianyungang showed normal growth at 5 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Moreover, the Dimethachlon resistance isolates were less fit than sensitive isolates in terms of mycelial radial growth, pathogenicity, and sclerotial production.

Key words: *Sclerotinia sclerotiorum*; carbendazim; dimethachlon; resistance

0 引言

油菜菌核病是油菜生产的重要病害,俗称烂秆、白秆、霉蔸等^[1]。江苏省各油菜产区均有发生,主要危害油菜茎秆,引起植株早枯,角果减少,种子皱秕,千粒重

和出油率降低而造成减产。一般年份发病率为10%~20%,严重年份或严重地块的发病率达80%以上,使种子平均含油量降低1%~5%^[2]。自20世纪90年代以来,随着农业生产结构的调整,油菜种植面积逐渐扩大,菌

基金项目:农业部行业科技子课题“油菜菌核病早期诊断技术与成灾规律研究”(nyhyzx07-054)。

第一作者简介:匡静,女,1986年出生,江苏镇江人,硕士研究生,主要从事杀菌剂方面研究。通信地址:210095 江苏省南京农业大学植物保护学院08 硕级硕士, Tel: 025-84395249, E-mail: boshixue@163.com。

通讯作者:周明国,男,1958年出生,江苏南通人,教授,博士生导师,本科,主要从事植物病害化学防治研究。通信地址:210095 江苏省南京农业大学植物保护学院 周明国教授, Tel: 025-84395641, E-mail: mgzhou@njau.edu.cn。

收稿日期:2011-01-18, 修回日期:2011-03-23。

核病的发生呈上升趋势^[3-4]。在病害防治方面,多年来主要以苯并咪唑类杀菌剂进行防治。这类药剂作用机制是与菌体的微管蛋白结合,从而影响与微管蛋白有关的代谢和功能,如纺锤体形成、细胞核分裂、细胞器运动等,阻止菌丝正常形成^[5-6]。其中多菌灵因其杀菌谱广,内吸性强,防病效果好而被广泛应用^[7-8]。但也因其作用位点单一,长期连续单一使用,加速了病菌抗药性的产生。自1995年以来,多菌灵防治菌核病的效果大幅度下降。自2002年以来,江苏部分地方采用二甲酰亚胺类杀菌剂如菌核净、腐霉利等代替多菌灵防治油菜菌核病^[9]。据石志琦等^[10]报道,在实验室中,油菜菌核病菌在二甲酰亚胺类杀菌剂的选择压下,会逐步降低其敏感性,表明该药剂可能存在潜在的抗药性风险,并且有关油菜菌核病菌对菌核净的抗药性监测迄今为止未见系统报道。为了进一步明确目前江苏省油菜主产区油菜菌核病菌的抗药性现状,作者对江苏省各地油菜菌核病菌的抗药性进行了为期5年的监测,以期为指导油菜菌核病的防治、田间病菌抗药性风险评估及监测治理提供有价值的理论和实践依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

1.1.1 供试菌株 2006—2010年连续五年,在江苏省油菜生产的主产区田块随机采集病株上的菌核。田间群体的取样采用等距取样法,从12个地级市的各县,选取油菜菌核病发生严重的地块,以3 m为间隔,在发病的植株茎秆中收集5~10粒菌核,取1粒切成小块,1% NaClO消毒5 min后直接放入PDA平板,25℃培养,分离和单菌丝纯化后保存。5年内从江苏省12个地级市共分离到6017株油菜菌核病菌。

1.1.2 供试药剂 98%多菌灵原药(Carbendazim),由江苏省镇江农药厂提供,预溶于0.1 mol/L盐酸配成 1×10^4 μg/mL的储备母液;90%菌核净原药(Dimethachlon),由浙江温州农药厂提供,预溶于甲醇配成 1×10^4 μg/mL的储备母液。

1.1.3 培养基 PDA(Potato-Dextrose-Agrose)培养基:马铃薯200 g,葡萄糖20 g,琼脂粉15 g,蒸馏水1 L;PD培养基:马铃薯200 g,葡萄糖20 g,蒸馏水1 L。

1.2 试验方法

1.2.1 菌株对药剂敏感性的测定 采用区分剂量法测定油菜菌核病菌对多菌灵和菌核净的敏感性^[9]。多菌灵以5 μg/mL、100 μg/mL鉴别敏感、中抗、高抗菌株,即在5 μg/mL含药培养基上不能正常生长的为敏感菌株,在5 μg/mL含药培养基上能生长、100 μg/mL含药培养基上不能生长的为中抗菌株,100 μg/mL含药培

养基上可以正常生长的为高抗菌株。

菌株对菌核净最初定性测定采用Alberonil G方法^[11]。用0.5 μg/mL 2个浓度区分抗性、敏感菌株。5 μg/mL含药培养基上正常生长的为抗性菌株,不能正常生长的为敏感菌株。

将经分离纯化的菌株预培养3天,取直径5 mm的菌丝块接种于不同浓度的含药平板上,25℃培养箱中培养2天,观察菌丝生长状况,根据菌丝生长情况,鉴别菌株对药剂的敏感性。以不加药剂的PDA平板为空白对照,每个药剂浓度3个重复,实验重复2次。统计各采集地敏感、抗性菌株的发生频率。

$$\text{抗药性频率} = \frac{\text{抗药性菌株数}}{\text{总测定菌株数}} \times 100\%$$

1.2.2 抗药性表现型稳定性测定 随机选取多菌灵、菌核净抗性、敏感菌株若干,在无药平板上连续培养8代,分别再接种到5 μg/mL、100 μg/mL多菌灵、5 μg/mL菌核净平板上进行敏感性测定,确定其抗药性的类型,并与原抗药性表现型进行比较。

1.2.3 菌丝生长速率、产菌核能力和致病性的比较 分别随机选取多菌灵、菌核净抗性、敏感菌株用于生物学活性测定。将菌株在PDA平板上25℃培养2天后,采用十字交叉法测菌落直径,从而比较不同表现型菌株生长速率状况;4周后记录每皿产菌核数量并称其重量。另外将每菌株活化后取10个菌碟接入含有100 mL PD培养基的三角瓶中,25℃、150 r/min振荡培养2天后,抽滤菌丝80℃下烘干称重。以上实验每个处理3个重复,实验重复两次。

所有用于生长速率和菌核产生能力测定的菌株在PDA平板上活化培养3天,制成5 mm菌碟,接种于生长4周的油菜叶子上,在22℃相对湿度为80%的光照培养箱中培养3天后测量病斑直径,计算病斑面积。(实验油菜为‘宁油16’,由江苏丰庆种子公司提供,实验叶的叶龄、生长位置、叶片大小、生长状况基本一致;每片叶片近中脉两侧各放置一菌碟。每处理重复8片叶子,实验重复2次)。

2 结果与分析

2.1 江苏省油菜菌核病菌的分离采集

2006—2010年连续5年,采用等距取样法,在油菜成熟期收割前,从江苏省12个地级市的各县油菜生产的主产区田块,选取油菜菌核病发生严重的地块随机采集病株上的菌核。经室内分离、单菌丝纯化共得到6017株油菜菌核病菌菌株(图1、表1)。

2.2 江苏省油菜菌核病菌对多菌灵的抗性频率测定

2006年测定了343株油菜菌核病菌菌株,监测各

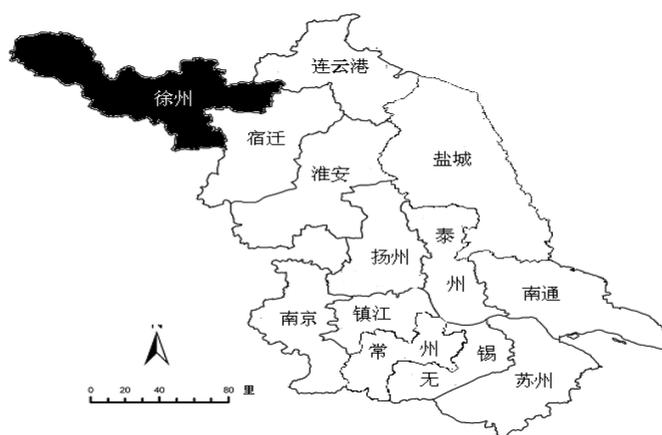


图1 江苏省油菜菌核病菌采集分布图(黑色区域为5年内未监测过的地区)

表1 2006—2010年江苏省油菜菌核病菌的采集分离

菌株来源	采集年份				
	2006	2007	2008	2009	2010
苏州	33	70	123	236	124
泰州	96	70	60	203	99
无锡	—	968	—	218	404
扬州	40	67	158	—	50
淮安	—	47	—	470	249
盐城	50	58	77	83	388
宿迁	—	44	101	—	—
镇江	—	122	40	109	136
南通	122	89	118	136	647
常州	—	103	—	54	221
连云港	—	—	—	122	234
南京	48	—	—	48	—

地的抗性频率均高于50%，其中扬州最高达80.5%；2007年油菜菌核对多菌灵的平均抗性频率为24.0%，比2006年显著降低，其中镇江地区抗性频率最高为61.5%，无锡地区的抗性频率最低仅为3.1%；2008年监测的677株油菜菌核病菌菌株，多菌灵抗性菌株频率为17.1%，镇江、泰州两地抗性频率较高，分别为35%和25%，而苏州、扬州、宿迁等地抗性频率比较相近，都在15%左右；2009年平均抗性频率为16.7%，与2008年相比稍有下降，而盐城、南通两地的抗性频率高达50%以上，泰州、常州两地油菜菌核病菌菌株抗性菌株也占有很大比重分别为25.6%和37.0%；2010年抗性频率显著下降仅为9.8%，抗性菌株主要集中在镇江、扬州两地(表2)。从5年监测结果来看，在没有药剂选择压力下，油菜菌核病菌对多菌灵的抗药性频率呈逐

年下降趋势，抗性菌株主要集中在镇江、扬州、泰州和南通等苏中地区，尽管江苏省各地油菜菌核病菌对多菌灵的抗药性频率有很大差异，但均远远高于可能爆发抗药性病害流行的1%的抗性频率。同时还发现，2006—2008年所分离的油菜菌核病菌对多菌灵只表现为敏感和高抗，没有发现中间过渡类型，仅2009年、2010年部分地区监测到中抗菌株，这可能是由于田间抗药性菌株的突变主要发生的是198位密码子Glu(GAG)突变为Ala(GCG)^[13]，从而导致监测结果大多表现高抗水平。

2.3 油菜菌核病菌对菌核净抗性频率测定

2006—2010年油菜菌核病菌对菌核净的抗药性监测结果表明：6017株油菜菌核病菌菌株中仅2006年、2007年以及2010年分别在盐城、常州、连云港分离得

表2 2008–2010年江苏省油菜菌核病对多菌灵抗性频率分布

菌株来源	采集年份/年			
	2006		2007	
	抗性菌株	抗性比例/%	抗性菌株	抗性比例/%
苏州	20(HR) ^b	64.5	3(HR)	4.2
泰州	70(HR)	73.7	7(HR)	10.0
无锡	— ^a	—	3(HR)	3.1
扬州	33(HR)	80.5	24(HR)	35.8
淮安	—	—	5(HR)	10.6
盐城	32(HR)	66.7	8(HR)	13.8
宿迁	—	—	5(HR)	11.4
镇江	—	—	75(HR)	62.5
南通	64(HR)	50	44(HR)	48.4
常州	—	—	10(HR)	9.7
连云港	—	—	—	—
南京	—	—	—	—
总数	219	63.9	184	24.0

菌株来源	采集年份/年					
	2008		2009		2010	
	抗性菌株	抗性比例/%	抗性菌株	抗性比例/%	抗性菌株	抗性比例/%
苏州	18(HR) ^b	14.6	27(HR)	11.4	3(HR)	2.4
泰州	15(HR)	25.0	2MR+50HR	25.6	9(HR)	9.1
无锡	— ^a	—	23(HR)	10.6	3(HR)	0.7
扬州	25(HR)	15.8	—	—	22(HR)	44.0
淮安	—	—	16(HR)	3.4	10(HR)	4.0
盐城	12(HR)	15.6	46(HR)	55.4	25(HR)	6.4
宿迁	20(HR)	19.8	—	—	—	—
镇江	14(HR)	35.0	1MR+9HR ^b	9.2	5MR+30HR	25.7
南通	12(HR)	10.2	2MR+72HR	54.4	4MR+93HR	14.9
常州	—	—	20(HR)	37.0	4MR+41HR	20.4
连云港	—	—	7(HR)	5.74	0	0.0
南京	—	—	6(HR)	12.5	—	—
总数	116	17.1	287	16.7	249	9.8

注:^a表示该地区未采集菌株;^bHR表示高抗菌株;MR表示中抗菌株。

到共6株在5 μg/mL菌核净含药平板上可以正常生长的菌株(表3)。测定其抗性倍数参照FAO标准,抗性菌株全部属于低抗水平。虽然从2002年起,菌核净就在江苏被用于防治油菜菌核病,直至2007年才首次由笔者报道发现田间低水平抗性的菌株,在接下来3年的监测中仅2010年发现一株低抗菌株,由此可见,目前江苏省各地的油菜菌核病菌对菌核净大多仍然表现敏感。

2.4 抗性菌株表现型稳定性测定

将随机挑取的100株多菌灵抗性菌株,以及菌核

净抗性菌株在不含药的PDA平板上连续转代培养8代后,接种于5 μg/mL、100 μg/mL多菌灵、5 μg/mL菌核净平板上再进行敏感性测定,发现与原抗性表现型一致,即表明其抗性可以稳定遗传。

2.5 不同表现型菌株菌丝生长速率、产菌核能力、致病性的比较

分别从2008、2009、2010年中各随机挑取2株对多菌灵、菌核净敏感以及对多菌灵、菌核净抗性的菌株用于比较其生物学活性。结果发现,多菌灵抗性菌株与

表3 2006—2010年江苏省油菜菌核病菌对菌核净的抗药性分布

菌株来源	采集年份				
	2006	2007	2008	2009	2010
苏州	0(33)	0(70)	0(123) ^a	0(236)	0(124)
泰州	0(96)	0(70)	0(60)	0(203)	0(99)
无锡	—	0(968)	— ^b	0(218)	0(404)
扬州	0(40)	0(67)	0(158)	—	0(50)
淮安	—	0(47)	—	0(470)	0(249)
盐城	3(50)	0(58)	0(77)	0(83)	0(388)
宿迁	—	0(44)	0(101)	—	—
镇江	—	0(122)	0(40)	0(109)	0(136)
南通	0(122)	0(89)	0(118)	0(136)	0(647)
常州	—	2(103)	—	0(54)	0(221)
连云港	—	—	—	0(122)	1(234)
南京	0(48)	—	—	0(48)	—

注:^a括号内为测定总菌株数,括号外为抗性菌株数(5 μg/mL 菌核净上可以正常生长);^b表示该地区未采集菌株。

敏感菌株在菌丝生长速率、菌丝干重以及致病性方面没有显著差异(表4),这表明多菌灵抗性菌株在田间也有很好的适合度,且由于敏感菌株抗性突变一步到位,并且有稳定的遗传性,在田间气候等条件适宜时,可以很快发展成为优势群体。

菌核净低抗菌株与随机挑选的6株敏感菌株相比,菌丝生长和产菌核能力明显降低,产生菌核的时间显著减慢,菌核数量显著减少,但菌核重量增加(表4)。另外笔者通过药剂驯化诱导获得了菌核净高抗菌株,并且同样也发现诱导获得的高抗菌株和田间低抗菌株

表4 对多菌灵不同表现型油菜菌核病菌菌丝生长量、产菌核能力和致病性的比较

菌株来源	采集年份/年	菌丝生长		菌核产生		致病性 病斑面积/cm ²
		菌落半径/cm	菌丝干重/g	菌核数目/个	菌核干重/mg	
苏州10(S)	2008	7.4 a [*]	0.67 a	28 fg	1.6 a	41.9 a
扬州20(S)	2008	7.0 a	0.60 a	25 c	2.3 c	42.1 a
南京8(S)	2009	7.5 a	0.65 a	10 a	2.0 b	40.8 a
南通18(S)	2009	7.2 a	0.64 a	40 i	1.6 a	42.8 a
泰州90(S)	2010	6.9 a	0.59 a	29 f	1.8 b	44.3 a
盐城11(S)	2010	6.8 a	0.53 a	11 b	1.9 b	43.6 a
常州1(HR)	2008	7.3 a	0.64 a	26 cd	2.2 c	41.5 a
南通12(HR)	2008	7.1 a	0.68 a	36 h	2.3 c	40.8 a
镇江29(MR)	2009	7.0 a	0.60 a	27 ef	1.8 b	42.3 a
常熟11(HR)	2009	7.2 a	0.68 a	12 b	3.0 d	46.2 a
扬州3(MR)	2010	6.9 a	0.64 a	31 g	1.7 a	43.9 a
盐城70(HR)	2010	6.8 a	0.52 a	10 a	3.3 d	45.8 a
南通10(S)	2008	7.4 a [*]	0.66 a	27 a	1.6 a	42.9 a
扬州2(S)	2008	7.2 a	0.64a	26 a	2.1 a	42.5 a
连云港8(S)	2009	7.5 a	0.65a	25 a	2.3 a	41.8 a
淮安18(S)	2009	7.6 a	0.63 a	24 a	1.9 a	42.8 a
无锡90(S)	2010	7.4 a	0.64 a	28 a	1.8 a	43.3 a
盐城33(S)	2010	7.3 a	0.63 a	25 a	1.7 a	43.1 a

续表 4

菌株来源	采集年份/年	菌丝生长		菌核产生		致病性 病斑面积/cm ²
		菌落半径/cm	菌丝干重/g	菌核数目/个	菌核干重/mg	
盐城 312(R)	2006	6.4 a	0.50 ab	11 b	6.0 b	41.0 a
盐城 10(R)	2006	6.5 a	0.53 ab	10 b	6.3 b	12.7 c
盐城 334(R)	2006	6.6 a	0.59 ab	9 b	6.5 b	47.8 a
常州 162(R)	2007	6.3 a	0.60 ab	8 b	6.6 b	42.7 a
常州 138(R)	2007	6.7 a	0.58 ab	9 b	5.7 b	45.3 a
连云港 82(R)	2010	6.3 b	0.53 ab	8 b	5.9 b	26.4 b

注:根据 Fisher's 最小显著性差异测定,同列中数值后标有不同字母表示数值之间具有显著性差异($P=0.05$)。

的菌丝生长、产菌核能力显著低于敏感菌株^[4]。

3 结论与讨论

多菌灵属于苯并咪唑类杀菌剂,因其杀菌谱广,内吸性强,防病效果好,自 20 世纪 70 年代以来代替有机汞、有机硫杀菌剂广泛应用于防治油菜菌核病和小麦赤霉病等多种作物病害,对促进粮、棉、油、菜、果的稳产高产发挥了重要作用^[5]。但因其作用位点单一,广泛使用后许多病原菌对其产生了抗药性,如苹果黑星病菌 (*Venturia inaequalis*)、果蔬灰霉病菌 (*Botrytis cinerea*)、水稻恶苗病菌 (*Fusarium moniliforme*)、小麦赤霉病菌 (*Fusarium gramineis*) 和甜菜褐斑病菌 (*Cercospora beticola*)^[6]等。江苏省境内油菜菌核病菌对多菌灵的抗药性也早已有报道,潘以楼等^[7]于 1995 年在江苏句容首次检测到田间抗多菌灵的油菜菌核病菌株,分离到的抗性菌株比例为 7%,1996 年分离到的抗性菌株比例为 15.8%,李伟等^[8]2005 监测得到江苏省油菜菌核病菌的多菌灵抗性菌株比例为 11.57%。由于多菌灵在油菜菌核上的大范围使用、多菌灵抗性菌株大幅度产生,多菌灵在苏沪地区已基本失效,从 2002 年起,在江苏省境内主要开始采用二甲酰亚胺类杀菌剂如菌核净防治油菜菌核病。为了进一步明确目前江苏省油菜主产区油菜菌核病菌的抗药性现状,为油菜菌核病的防治、田间病菌抗药性风险评估及监测治理提供有价值的理论和实践依据,2006 年起笔者对江苏省油菜菌核病菌抗药性进行监测,监测在没有药剂选择压力下油菜菌核病对多菌灵的抗性动态性时发现,2006—2010 年 5 年间江苏省各地油菜菌核病菌抗药性频率分别为 63.9%、24.0%、17.1%、16.7%和 9.8%,随着时间的推移,抗性频率下降;同时笔者也发现由于江苏省各地药剂使用背景、使用年限不同,各地油菜菌核病菌对多菌灵的抗药性频率有很大差异,但监测得到的抗性菌株中 98% 表现为高抗。研究还发现多菌灵抗性菌株与敏感菌株在菌丝生长速率、菌核产生能力

以及致病性方面没有显著性差异。由此可见菌丝生长量、产菌核能力以及致病性和多菌灵敏感性没有相关性。而抗性菌株在田间有很好的适应性,可以存活较长时间,敏感菌株在多菌灵高选择压力下容易突变成抗性菌株,且抗性突变一步到位,稳定遗传,即使停止用药抗性也不消失,这也是在停止使用多菌灵后仍然可以从田间分离得到大量抗性菌株的原因之一。因此即使停药多年后,多菌灵重新使用后产生抗性群体的可能性仍然很大。而 2006 年抗性频率较其他年份高可能是与气候、药剂使用背景有关。2006/2007 年冬季全国平均气温为为 -2.4℃,较常年同期 (-4.3℃) 偏高 1.9℃,仅次于 1998/1999 年冬季的 -2.3℃,为历史同期第二高值。而油菜菌核病受暖冬气候影响,油菜茎秆开裂现象发生普遍。合适的环境,敏感的寄主是导致抗性频率较高的主要原因之一。从 2007 年起油菜菌核病菌对多菌灵的抗药性频率呈不断下降趋势,可能是由于最近几年在油菜开花期气候干燥,气温较高,不利于油菜菌核病菌的侵染。所以抗性菌株在不适宜的生存条件下生存能力下降,表现为抗性频率下降。但由于多菌灵抗性菌株有很强的适应性,在田间气候适合的情况下,又能很快发展成为优势群体,田间防治时仍要考虑采用与多菌灵没有交互抗药性的药剂进行防治,达到有效防治的目的。

菌核净已在江苏省使用多年,迄今为止,未有系统的监测报导,虽然菌核净的抗性机制不是很清楚,但是田间使用时发现菌核净可以很好用于多菌灵的抗药性治理防治油菜菌核病,从其 2002 年在江苏被使用以来,直至 2007 年才由笔者首先监测报道发现田间菌核净低抗菌株^[4]。2006—2010 年监测结果表明江苏省各地油菜菌核病菌群体对菌核净大多仍然敏感,但是不容忽视的是,2006、2007 以及 2010 年分别在苏中、苏南、苏北的部分田块监测到了菌核净的田间低抗菌株,并且 Ma, H.X 等^[4]在实验室内已成功诱导得到菌核净

高抗菌株。实验研究发现,田间获得的菌核净低抗菌株以及药剂驯化获得的高抗菌株^[14]在菌丝生长、菌核产生等方面明显弱于敏感菌株,据此推断田间抗性菌株竞争生存空间的能力弱于敏感菌株,在自然界不易生存或形成群体是导致江苏省境内菌核净抗性频率较低的重要原因之一。从2006—2010年5年内相继监测到油菜菌核病菌的菌核净低抗菌株并且结合已报导的实验室研究结果^[14]看,江苏省境内油菜菌核病菌对菌核净也可能存在一定的抗药性风险。因此在使用菌核净防治的同时,应做好油菜菌核病菌对菌核净的抗药性监测工作,并对产生的抗药性群体进行密切监控和适时治理。另一方面,各地应加强农业管理措施,并配合以不同药剂的合理搭配交替轮换施用,以防止田间抗药性群体的产生和蔓延,延长高效杀菌剂使用年限,减少经济损失。

在实际生产中,抗性菌株的适合度对制定有效的防治策略也有非常重要的意义,菌株的适合度是衡量个体存活和生殖机会的尺度,适合度越大,存活和生殖机会越高,适合度是综合性的概念,受遗传、环境等多方面因素的影响。Breneman T B等^[19]发现 *Sclerotinia minor* 对扑海因和乙烯菌核利室内抗性突变体和敏感菌株具有相同的致病力,而 Hubbard J等^[20]对从莴苣上获得的 *Sclerotinia minor* 的抗性突变体致病力下降;Huang R^[21]、Ma Z H^[22]等研究认为实验室诱导的链格孢的扑海因抗性突变体致病力、适合度与敏感菌株相比显著下降,为了更好的指导防治工作,对于油菜菌核病菌菌核净抗性菌株的适合度是否弱于敏感菌株的问题笔者也正在研究当中。

参考文献

- [1] 朱九生.5%啉虫脒微乳剂防治棉花蚜虫田间药效试验[J].农药学报,2005,11:52-53.
- [2] 杨新美.油菜菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)在我国的寄主范围及生态特性研究[J].植物病理学报,1959,5(2):110-121.
- [3] 张夕林,孙雪梅,易红娟,等.2002年油菜菌核病爆发成灾的原因分析与防治对策[J].植物医生,2002,15(6):2-3.
- [4] 卜习舟,沈光斌.2002年我省油菜菌核病大发生原因分析及今后防治策略[J].安徽农学通报,2003,9(3):53-54.
- [5] Ma H X, Zhou M G, et al. Detection of resistance to dimethachlon and carbendazim in *Sclerotinia sclerotiorum* in Jangsu Province [J]. Journal of plant pathology,2008,90(2,supplement):143.
- [6] 李红霞,陆悦健,周明国.油菜菌核病菌 β -微管蛋白基因与多菌灵抗药性相关突变的研究[J].中国油料作物学报,2003,25(2):56-60.
- [7] Framing E, Edwina D M. Fungicidal control of *Sclerotinia sclerotiorum* on cucumber[J]. Annals of Applied Biology,1984,104:56-57.
- [8] Sharma R C, Sharma S L. Evaluation and economics of fungicidal spray against *Sclerotinia* rot of cauliflower seed crop[J]. Seed Research,1984,12(2):95-97.
- [9] 乐聪.菌核净系列新农药防治油菜菌核病的效果及机理[J].农药学报,1994,33(3):40-42.
- [10] 石志琦,周明国,叶钟音.核盘菌对菌核净的抗药性机制初探[J].农药学报,2000,2(2):47-51.
- [11] Alberoni G, Collinia M, et al. Resistance to dicarboximide fungicides in stemphylium vesicarium of Italian pear orchards [J]. European Journal of Plant Pathology,2005,113:211-219.
- [13] 李红霞,陆悦健,周明国.应用PCR方法检测油菜菌核病菌对多菌灵的抗药性[J].菌物系统,2002,21(3):370-374.
- [14] Ma, H X, Feng, X J, Chen, Y, et al. Occurrence and characterization of dimethachlon insensitivity in in Jiangsu Province of China [J]. Plant Disease,2009,93(1):36-42.
- [15] 石志琦,周明国,叶钟音.油菜菌核病菌对多菌灵、菌核净抗药性菌株性质研究[J].中国油料作物学报,2000,22(4):54-57.
- [16] 周明国,叶钟音,刘经芬.杀菌剂抗药性进展[J].南京农业大学学报,1994,17(3):33-41.
- [17] 潘以楼,汪智渊,吴汉章.油菜菌核病菌对药性[J].中国油料作物学报,1997,19(3):67-69.
- [18] 李伟,周益军,陈怀谷.江苏省油菜菌核病菌对多菌灵的敏感性[J].中国油料作物学报,2007,29(1):63-68.
- [19] Breneman T B, Phipps M, Stipes R J. Sclerotinia blight of peanut: relation between in vitro resistance and field emeacy of diarcboximide fungicides[J]. Phytopatlogy,1987,77(7):1028-1032.
- [20] Hubbard J C, Subbaarao K V, Koike S T. Development and significance of dicarboximide resistance in *Sclerotinia minor* isolares from commercial lettuce fields in California[J]. Plant disease,1997,81:148-153.
- [21] Huang R, Levy Y. Characterization of iprodione-resistant isolates of *Alternaria brassicicola* [J]. Plant Disease, 1995, 79:828-833.
- [22] Ma Z H, Michailides J T. C. Characterization of iprodione-resistant isolates of *Alternaria* isolares from pistachio in California[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology,2004,80:75-84.