

## 油菜菌核病抗药性监测与综合治理技术的研究\*

张夕林 孙雪梅 张谷丰 易红娟  
江苏省南通市植保站 226300

■热门文章

■最新更新

**摘要** 1996-2002年以5μg/ml为检测标准,对南通市油菜菌核病抗药性进行了室内测定和田间试验,结果表明,油菜菌核病已在大范围内对多菌灵及其复配剂产生了抗性,导致其防效显著下降,其中抗性比例最高达100%,离体和活体抗性程度测定表明,其抗性菌株皆为高抗菌株,EC50 >100μg/ml, MIC(最小抑制浓度) >1000μg/ml。为了解决此问题,筛选出了高效的防治药剂菌核净、万霉灵、使百克;提出了油菜菌核病的最佳防治适期,形成了本地区抗性油菜菌核病的综合治理配套技术,并进行了较大面积的示范推广,取得了显著的效益。

**关键词** 油菜菌核病 多菌灵 抗药性 综合治理

油菜菌核病在南通市一直发生严重。药剂防治成为控制油菜菌核病害危害的主要手段。多菌灵(MBC)因其杀谱广,内吸性强,防病效果好,广泛应用于防治油菜菌核病,曾使油菜菌核病得到有效控制。但自1995年以来,多菌灵防治菌核病的药效大幅度下降,即使加大用药量,也难以控制其危害。为此,作者于1996~2002年通过室内测定和田间试验,开展了油菜菌核病抗性监测和综合治理技术研究。现将该课题研究结果整理如下:

### 1 油菜菌核病抗药性监测

#### 1.1 油菜菌核病菌株对多菌灵已普遍产生抗性

1970年以来,多菌灵因其内吸性强,防病效果好,一直是南通市防治油菜菌核病的首选药剂。由于长期的、单一使用多菌灵药剂,对菌核病产生抗药性极为有利,从而加速了菌核病产生抗药性的进程。特别是近几年尤为明显,多菌灵的防效由1990年80.76%,到1997年下降为30.42%,2001年多菌灵的防效只有10%左右,一些抗性严重的地区,多菌灵已对菌核病菌株失去活性,对以多菌灵为主要成分复配的克菌灵也同产生抗性(见表1)。

表1 1990-2001年多菌灵及其复配剂对油菜菌核病的防效

处 理	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
菌核病病指	31.75	4.36	2.10	44.70	35.81	40.63	43.01	17.53	39.42	26.72	18.45	79.69
25%多菌灵WP200g	83.76	77.96	68.45	58.6	53.8	57.6	42.03	30.42	24.58	22.24	20.76	12.42
22.5%克菌灵WP150g	80.88	79.62	72.14	66.8	59.2	66.3	50.26	43.73	35.29	29.53	25.68	17.57

据对所采集的53株敏感菌株进行敏感性测定,其致死中浓度 EC50 为0.0106~0.185μg/ml,平均EC50为0.1103μg/ml,其最低抑制浓度 MIC为1μg/ml。根据FAO所推荐的划分标准,即抗性突变体的抑菌浓度一般要敏感菌株高5~10倍。因此,菌核病菌对 MBC抗性情况可按以下标准划分:EC50 1~10μg/ml为低抗菌株(LR),10~100μg/ml为中抗菌株(MR),100μg/ml以上为高抗菌株(HR)。为方便检测,抗性检验时可用MIC=5μg/ml,作为检验标准,即所分离菌株在含MBC5μg/mlPDA平板上,若能生长的则为抗性菌株,若不能生长的则为敏感株。

\* 本研究系江苏省九五攻关课题“油菜菌核病灾变规律及其综防技术研究”一部分

本研究得到南京农业大学植保系周明国、陆悦健老师悉心指导和帮助,在此表示衷心感谢!

根据以上标准,1996、1997年对南通市菌核病菌株进行室内测定结果,1996年菌核病对多菌灵的抗性菌株为41.0%,1997年产生抗性的区域范围进一步扩大,其抗性比例明显上升,检测的521株菌株中,抗性比例达65.83%,比1996年上升了24.83个百分点,其中抗性比例在50%以上的乡镇占82.35%;1998~2001年的抗性菌株上升更快,其抗性比例分别高达80.45%、82.27%、84.65%、85.79%,说明在南通市油菜菌核病普遍产生了抗药性,同时菌核病菌株对以多菌灵为主要成分的克菌灵也产生了抗性,其抗性比例为80.12%,与多菌灵的抗性比例相似(见表2)。说明凡是多菌灵为主要成分的复配剂,并不能降低病菌对多菌灵的抗性。与田间的试验结果的趋势基本一致。

#### 1.2 菌核病还对与多菌灵作用位点相似的药剂产生了交互抗性

菌核病不仅对多菌灵产生了抗性,对与多菌灵作用位点相同的苯并咪唑类的苯菌灵、噻菌灵及托布津也产生了抗性,致使此类杀菌剂的防病效果显著下降,而且还对作用位点与多菌灵相似的其它类药剂也产生交互抗性,如速克灵、扑海因等,1997年速克灵对菌核病的防效为49.51%,比1991年的79.32%下降了29.81个百分点。

表2 1997年南通市油菜菌核病对MBC抗性检测结果

采集地点	样本数	抗性菌株数	抗性比例%	防治药剂	采集地点	样本数	抗性菌株数	抗性比例%	防治药剂
西亭镇旧场村	27	20	74.07	克菌灵	平潮赵坊村	21	18	85.71	克菌灵
西亭镇旧场村	29	23	79.31	多菌灵	平潮赵坊村	10	4	40.0	多菌灵
刘桥镇坚定村	31	23	74.19	克菌灵	十总镇四大队	32	32	100.0	克菌灵
刘桥镇坚定村	23	19	82.61	多菌灵	十总镇四大队	25	25	100.0	多菌灵

姜灶镇姜东村	14	0	0	多菌灵	兴仁瑞兰桥	36	24	66.67	多菌灵
四安镇海中村	12	8	66.67	克菌灵	金沙镇	84	45	53.37	多菌灵
四安镇海中村	33	25	75.76	多菌灵	金西乡	54	13	24.07	多菌灵
石港镇七大队	27	24	88.89	多菌灵	兴东镇	39	21	53.85	多菌灵
二甲镇新坡村	24	19	79.17	多菌灵					

### 1.3 菌核病菌对多菌灵的抗性已达高抗水平

据离体和活体测定，南通市所采集的16个抗性菌株，在含多菌灵0、1、10、100、1000 $\mu$ g/mlPDA上测其抗水平，其EC50>100 $\mu$ g/ml，最小抑制浓度MIC>1000 $\mu$ g/ml。离体测定结果表明，抗性菌株都为高抗。同时取离体测定的16个菌株中的6个，接种于多菌灵0、125、500、1000 $\mu$ g/ml药液喷雾处理的花期叶片上，测其抗性水平，测定结果表明，其EC50>100 $\mu$ g/ml，MIC>1000 $\mu$ g/ml，结果也表明，抗性菌株都为高抗菌株，抗性反应与离体反应一致。

1997年田间试验结果表明，在菌核病菌普遍产生抗性的情况下，多菌灵防治油菜菌核病，即使用药量加倍，防病效果仍较差。每666.7m<sup>2</sup>用25%多菌灵400g，适期用药一次，其防效只有42.66%，比1996年下降21.05个百分点，明显不及1990年150g多菌灵的防效(77.76%)，2000~2001年多菌灵200g的防效更低，只有14.08~20.76%。多菌灵水剂和悬浮剂的防效也呈同样的趋势(见表3)。说明菌核病菌一旦对多菌灵产生抗性，就表现出很强的生活力，不受多菌灵剂量多少的影响，而使多菌灵药剂失去杀菌活性。

表3 多菌灵不同用量对菌核病的防效

处理	1996年			1997年			2001年		
	病株率	病指	防效	病株率	病指	防效	病株率	病指	防效
25%多菌灵WP200g	30.06	17.56	45.77	11.91	9.15	30.42	73.03	66.82	14.08
25%多菌灵WP300g	21.13	16.04	50.46	10.7	8.19	37.72	68.18	60.38	21.07
25%多菌灵WP400g	19.23	11.75	63.71	10.35	7.45	42.66	66.67	58.48	24.52
不用药对照	50.69	32.38		15.9	13.15		83.94	77.73	

表4 不同药剂对抗性油菜菌核病的田间防效

处理	1998年			2000年			2001年		
	病株率	病指	防效	病株率	病指	防效	病株率	病指	防效
40%菌核净75g	7.74	4.15	88.86aA	5.96	2.84	79.10	21.52	15.15	79.52
50%菌核净65g	9.34	4.38	84.65aAB	6.48	3.15	76.81	29.42	18.38	76.35
30%粉霉净80g	11.11	5.23	82.10aAB	7.89	4.27	68.56			
50%万霉灵100g	9.68	4.88	81.98aAB	6.96	3.58	73.64	25.58	17.45	77.55
25%敌力脱25ml	8.94	7.29	73.61bBC						
25%使百克 20ml	13.47	8.14	70.94bB	8.63	4.85	64.29	43.25	35.81	53.93
25%多菌灵300g	30.22	16.88	41.06cC	15.76	8.69	36.01	63.94	59.88	22.96
Calidan26.25%200ml			4.98	3.04	71.08				
Calidan26.25%200ml +硼肥150g			4.17	2.17	80.09	23.68	16.74	78.46	
50%扑海因80g			6.02	3.9	63.41				
不用药对照	37.98	28.65		17.48	13.58		83.94	77.73	

## 2 油菜菌核病抗药性的综合治理技术

### 2.1 抗性油菜菌核病有效新药剂的开发与应用

针对近年来，我市大部分地区发现多菌灵及其复配剂对菌核病的防效显著下降，油菜菌核病普遍产生抗药性的特点，我们于1996~2002年积极探索对抗性油菜菌核病有效的的新药种及剂型的开发与应用研究，先后对4个不同品种杀菌剂的防病药效进行了室内测定和田间试验，结果表明，40%菌核净WP(浙江)、50%菌核净WP(镇江)、65%甲硫·霉威WP(商品名称万霉灵，江苏省新沂农药有限公司生产)室内抑菌测定，3500-1000倍液对菌核病的菌丝抑菌效果均达100%，在中等发生水平的情况下，田间试验适期用药一次的防效分别为88.86%、84.65%、81.98%，比25%多菌灵WP防效(41.06%)高出24.78~33.26个百分点，差异极显著。在大发生的情况下，40%菌核净WP75g的防效为79.72%，比多菌灵的防效22.96%高56.76个百分点；25%咪胺EC(商品名称使百克)40ml的防效为53.93%，也比多菌灵的防效高30.97个百分点，差异达到极显著水平(见表4)。可见，在油菜菌核病对多菌灵已产生抗药性的地方，可用菌核净、万霉灵、福菌核(菌核净+福菌核)、Calidan200ml、使百克、敌力脱替代多菌灵防治油菜菌核病。

### 2.2 油菜菌核病最佳防治适期

#### 2.2.1 油菜开花规律

1995~1999年每年在油菜始花时，定长势较好的秦油2号、油研8号田两块，每块田定800-1000株油菜，逐日系统观察主茎开花株数、分枝开花株数；同时，每块田固定10株油菜，逐日观察其开花数、谢花数。通过

1995~1999年对油菜开花动态的系统观察,基本摸清了油菜的开花规律,其中与菌核病测报和防治有关的规律有三条:一是油菜开花历期长,从始花到终花历时35~45d,说明靠现有的农药品种及剂型,用药一次是很难有效控制带菌花瓣的侵染;二是油菜开花顺序为主茎先开,分枝后开,主茎开花株率95~100%,隔7~9d,一次分枝开花株率才达95~100%,此时正是花瓣带菌率最高时期,表明田间药剂保护的最好时段的幅在9d以内;三是油菜各个开花时段间具有一定的期距规律,主茎开花株率从始盛(15~20%)到高峰(50%左右)、盛末(80%左右)、终见(95~100%)间的期距依次为2d、2d、5d。

2.2.2 油菜菌核病主要侵染途径:试验设A自油菜始花起全程逐日剪去花朵并网罩,B油菜开花株率50%、100%时各去基部老叶一次,C全程逐日剪花、油菜开花株率50%、100%时各去基部老叶一次并网罩,D对照处理,每处理重复3次,随机排列,小区面积12 m<sup>2</sup>,在油菜菌核病病情定局时,调查各处理的发病情况,计算病指防效,并进行统计分析。试验结果表明,在油菜处于网罩情况下,全程剪花并去老叶的小区发病最轻,全程剪花的发病较轻,仅去老叶的发病较重,对照发病最重,与对照相比,其防效分别为94.93%、87.57%、39.67%,由此可见,带菌的花瓣是引起茎秆发病的主要途径。

### 2.2.3 花瓣带菌率观察与化学防治适期的确定

主要侵染时期:1995~1998年,从油菜始花(3月22日)开始,至油菜终花期(4月25日)止,每3d一次,采集即凋萎的花冠60朵,分三个培养皿,置于生物培养箱内保湿培养3~5d,观察花瓣带菌率情况,结果表明,在菜开花高峰期(主茎开花株率95~100%至一次分枝开花株率95-100%时)采集的花瓣带菌率最高,如1995年3月25日至4月23日采样观察,3月30日的花瓣带菌率为73.33%,4月3、5、8日三期,采集的花瓣带菌率高达81.~88.17%,其余各期的花瓣带菌均较低。通过油菜主茎开花株率与花瓣带菌率相关分析,结果表明,花瓣带菌率随油菜主茎开花株率的上升而明显递增,二者达极显著水平,1995~1997年相关系数分别为0.9864\*\*、0.9561\*\*、0.9683\*\*,说明油菜主茎开花株率95~100%至一次分枝开花株率95-100%是病菌侵染花瓣的时期。由此推断,这段期间是药剂保护的关键时期。

防治适期确定 为明确防治菌核病的最佳适期,我们于1995~1996年连续两年进行了试验,在油菜主茎开花率25%、50%、80%、100%、一次分枝开花株率50%、80%、100%七个时期,分别亩用50%多菌灵200g防治一次,结果以油菜主茎开花株率100%至一次分枝开花株率80%时用药,防病效果最好,其病指防效为67.2~70.1%,分析表明,药剂的防效与油菜主茎开花株率呈极显著正相关,相关系数分别为0.9696\*\*、0.9274\*\*再次证明了花瓣带菌率观察结果:油菜主茎开花株率95-100%至一次分枝开花株率95~100%,既是花瓣感染菌的高峰期,也是药剂加以防治保护的关键期的正确性。因此,菌核病最佳防治适期可确定为主茎开花株率95~100%至一次分枝开花株率95~100%,从而为正确指导油菜菌核病的适期防治,提供了一个既行之有效,又简便易行的数量指标,弥补了过去笼统地提油菜盛花期用药防治那种概念模糊,难以掌握的不足。大面积防治前,大田调查只要对角线五点取样,每点50株,如果主茎开花株率达95%以上时,即可用药防治,而且这时田间油菜尚未封行,喷药操作比较方便。

### 2.3改进防治方法,提高防治效果

2.3.1 用药次数防效比较 1996~2002年进行了多年用药次数药效试验,试验设主茎开花株率95~100%用药、主茎开花株率100%加一次分枝开花株率95~100%用药及不用药对照三个处理,重复三次,每666.7m<sup>2</sup>分别多菌灵WP200g克+硼砂100g、或菌核净75g(或福菌核100g),对水75kg常规喷雾,在菌核病病情发展定局时调查各小区200株油菜的发病程度,并进行单收测产,称取其千粒重和重量,计算防病保产效果。结果表明用菌核净或福菌核适期用药两次的防效为79.92%,比用药一次的防效69.99%提高9.93个百分点;用药两次增产效果为23.6%,也比用药一次的14.73%增产8.87个百分点,由此可见,要有效地控制油菜菌核病,必须用药两次,即在油菜主茎开花株率95~100%时第一次用药,隔5~7d进行第二次用药。

### 2.3.2 施药方法防效比较

2001、2002年分别进行了不同施药方法防治菌核病比较试验,试验设每666.7 m<sup>2</sup>用菌核净75g,或福菌核160g,采用弥雾机弥雾、用水量20~30kg,低容量喷雾、用水量40~50kg,常规喷雾、用水量60~75kg,及不用药对照4个处理,重复四次,随机排列,于油菜主茎开花株率95%时第一次用药,一次分枝开花株率95%时第二次用药,于油菜菌核病病情定局时,调查各处理的菌核病的发病程度,比较不同施药方法的防治效果,为大面积推广应用提供依据。结果表明,防治油菜菌核病施药方法以弥雾机弥雾、低容量细雾效果明显,防病效果分别为91.18%、79.88%,比常规喷雾高11.18~22.4个百分点。因此,防治油菜菌核病应大力倡使用弥雾机和低容量喷雾,这样药液雾滴细、附着力强,能明显提高农药利用率和防病效果。

### 2.3.3 交替使用、混用,延缓抗性发展

对不同抗性地区,应采取相应的措施。在已产生抗性地区要尽量少用,尤其是高抗地区,要立即停止使用多菌灵,选用其他有效的药剂替代。根据多年试验研究,菌核净、万霉灵、福菌核、使百克、粮果丰、敌力胆对菌核病具有良好的防治效果,可在防治时选择使用,并做到交替、轮换使用。对多菌灵没有产生抗性的地区,一要减少用药量和用药次数,二要与其他药剂,如菌核净、万霉灵等交替使用,延缓抗药性的产生和发展。对不同作用方式的杀菌剂实行混合使用,如内吸性保护剂与非内吸性杀菌剂混用是最适合、最有效的方法,可以消除抗性的出现和延缓抗性的产生。

### 2.4 油菜菌核病发病程度和防治适期预报技术

#### 2.4.1 影响油菜菌核病发生程度的主要因素

气候条件是决定油菜菌核病发病程度的关键因素。据对本市1990~1999年油菜菌核病的病情指数与子囊盘数量、4~5月份平均温度、湿度、累计雨日数、雨量等因子进行多因子逐步回归分析, $y = -33.667 + 7.366x_4 - 0.999x_5$ ,  $R = 0.9624$  \*\* 式中 $x_4$ 为4~5月份累计雨日数, $x_5$ 为累计雨量。卡方测验 $x_2 = 5.231$ , $x_{20.01} = 15.09$ , $x_{20.05} = 11.07$ , $x_2$ 值 $< x_{20.01}$ ,说明理论值与实际发生值间误差极小。表明油菜菌核病的发病程度主要取决于4~5月雨日和雨量。

#### 2.4.2 发生程度预测预报模型建立与应用

从抗性油菜菌核病病原菌本身的生理特点及其侵染循环来看,气候条件是影响油菜菌核病发病轻重的关键因素。因此,我们以本站1990~1999年的油菜菌核病的病情指数分别与子囊盘数量、1~3月各旬的湿度、温度、雨量、雨日数等14个因子进行多因子逐步回归分析,结果表明油菜菌核病发病程度主要与3月中旬雨量3月上、中旬的雨日数密切相关,从而组建了油菜菌核病的预测模型 $y = 60.0453 - 0.1956x_{12} - 3.3621x_{14}$  ( $r = 0.9451$  \*\*),式中 $x_{12}$ 为3月中旬雨量, $x_{14}$ 为3月上旬至中旬雨日数。应用以上预测式预报2000、2001、2002年菌核病发生程度分别为中等偏重发生、大发生、大发生,结果实测与之相吻合。实践证明,该预测式简便易行,行之有效,既简化了测报办法,又提高了预报准确率,在测报上具有较好的参考价值。

#### 2.4.3 油菜核病防治适期的预报

根据油菜各个开花时段间具有一定的期距规律,即主茎开花株率从始盛(15~20%)到高峰(50%左右)、盛末(80%左右)、终见(95~100%)间的期距依次为2d、2d、5d,由此可对油菜的开花时期和菌核病的防治适期加以预报,即当油菜主茎开花株率达15~20%时,即可发出9d后用药防治的情报,有利于及早进行农事,适时指导防治运动的开展。

### 3 油菜菌核病抗药性综合治理技术的推广与应用

经过多年试验研究和大面积应用实践,形成了一整套切实可行和效果明显的抗性油菜菌核病综合治理技术,其中有关油菜菌核病的最佳防治适期、用药两次等关键技术,1997年为江苏省植保站采纳,由此提出了“抓住适期,主动出击,药肥混用,防治两次”的防治策略,作为防治油菜菌核病的关键技术在全省推广应用,据初步估计,1997~2002年全省应用面积达200多万公顷,并辐射到邻近省市推广应用,其中南通市推广40万公顷,防治覆盖率平均达到82.5%,累计增产13500万公斤,增收节支2.43亿元,取得了显著的社会、经济效益。

### 参考文献

1. 周明国,叶钟音. 植物病原菌对苯并咪唑类及相关杀菌剂的抗性. 植物保护,1987,13(2):31~33
  2. 杨谦. 核盘菌对多菌灵抗药性的影响及其抗性菌株的致病性. 东北林业大学学报,1996,24(1):40~43
  3. 张夕林,张谷丰,张治. 油菜开花株率与菌核病化学防治适期的关系. 江苏农业学报,1998,14(4):249~251
  4. 张夕林,张谷丰,孙雪梅. 防治抗性油菜菌核病新药剂筛选. 江苏农业科学,1999,(2):43~44
- 张夕林,张谷丰,孙雪梅. 油菜菌核病灾变特点及其综防技术的研究. 农药科学与管理,2002,23(6):15~17
6. 张夕林,张谷丰,杨燕涛. 油菜菌核病发病规律及其预测预报技术初报. 植保技术与推广,1998,18(6):8~9

作者简介:张夕林,高级农艺师,副站长,江苏省南通市植保站,地址:南通市金沙镇金沙北路10号,邮编:226300,电话:0513-6513614、6523672  
电子信箱: [tzzxl@hotmail.com](mailto:tzzxl@hotmail.com)

Preliminary report on the monitoring of the carbendazim fungicide of resistance of *Sclerotinia libertiana* and its integrated management

Zhang Xilin Sun Xuemei Zhang Gufeng et.al.  
(Plant Protection Station of Tongzhou in Jiangsu, Tongzhou 226300)

**Abstract** From 1996 to 2002, taking 5 µg/ml as the test standards, the test of the fungicide resistance to *Sclerotinia libertiana*, caused rape sclerotinia stem rot, have been performed in laboratory and in field in Tongzhou city. The results showed that the carbendazim resistance had been widely spreaded, and the highest resistant ratio had been up to 100%. The susceptibility test in vitro and in vivo showed that all the resistant strains had been the high resistant ones, with EC<sub>50</sub>>100µg/ml and MIC>1000µg/m. To resolve the problem, some high efficient screened out at the most appropriate control preild has been suggested.

**Key word** *Sclerotinia libertiana* carbendazim fungicide resistance integrated management

From 1996 to 2002, taking 5 µg/ml as the test standards, the test of the fungicide resistance to *Sclerotinia libertiana*, caused rape sclerotinia stem rot, have been performed in laboratory and in field in Tongzhou city. The results showed that *Sclerotinia libertiana* had developed resistance to carbendazim significantly, and the control effect of carbendazim was declining, and the resistance ratio can be up to 100%. The tests of resistance level in vitro and in vitro showed that resistance strains are presented high resistance, and their EC50 are more than 100 µg/ml, and MIC more than 1000 µg/ml. To resolve the problem, some high efficient fungicides such as dinethachlon, diethofencarb and prochloraz have been screened out, and the most appropriate control period were suggested.

编辑： 作者： 来源： 加入日期： 2004-8-18 15:53:

[发送给好友](#)

■ [相关链接](#)

- [中国森林病虫害防治现状与展望](#)
- [江苏省农作物病害发生防治概况](#)
- [植物抗病相关基因研究进展](#)
- [利用RGA-PCR方法进行水稻抗瘟基因分子标记](#)
- [水稻品种抗瘟遗传多样性研究](#)
- [小麦赤霉病Gibberella zeae抗多菌灵种群动态变化](#)
- [A major gene for resistance to carbendazim in field isolates of Gibberella zeae from China](#)
- [玉蜀黍赤霉的营养亲和性及其对多菌灵的抗性在菌丝融合过程中的遗传学研究](#)