5 种药剂及鲫鱼放养对摇蚊防治效果比较

李丹阳， 刘 召

（西南大学植物保护学院，西南大学农业科学研究院，重庆 400716）

摘要 莼菜是一种经济价值较高的睡莲科作物，常因摇蚊幼虫的为害而遭受较大的经济损失。为了筛选出莼菜田中摇蚊的有效防治方法，本研究选取了 5 种杀虫剂（阿维菌素、灭蝇胺、敌百虫、噻虫嗪、毒死蜱）进行田间防治试验，同时与莼菜田中放养鲫鱼的防治方法进行效果比较。结果表明，所选取的 5 种药剂和放养鲫鱼均能有效抑制摇蚊幼虫。其中，90%敌百虫原药的速效性较强，1.8%阿维菌素乳油和 40%毒死蜱乳油次之，但是 50%灭蝇胺可湿性粉剂和鲫鱼放养法的持效性较好，在 21 d 时，防治效果仍在 85%以上。结合莼菜的食用特性，建议在大田生产中采用放养鲫鱼控制摇蚊。

关键词 莼菜； 摇蚊； 药剂； 鲫鱼放养

中图分类号： S436 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018336

Comparison of control effect of five pesticides and crucian carp stocking on *Brasenia schreberi*

LI Danyang， LIU Zhao

（*College of Plant Protection*，*Academy of Agriculture Sciences*，*Southwest University*，*Chongqing* 400716，*China*）

Abstract *Brasenia schreberi*，a perennial aquatic vegetable plant with high value，which often suffers from the great economic loss by feeding of *Cricotopus* larva. In order to screen the effective control methods against *Cricotopus*，five pesticides（abamectin，cyromazine，trichlorfon，thiamethoxam，chlorpyrifos）were selected and their toxicities to this pest were compared in field. Crucian carp stocking was employed to control *Cricotopus* larva at the same time. The results showed that these five kinds of pesticides and crucian carp stocking could effectively inhibit the *Cricotopus* larva population. Trichlorfon is the most quick-acting pesticide，followed by the abamectin and chlorpyrifos，compared with other pesticides and crucian carp stocking. The crucian carp stocking and the cyromazine owned the longest persistence. Combined these results with the edible characteristics of *B. schreberi*，it is suggested that the crucian carp stocking should be employed to control *Cricotopus* larva in *B. schreberi* field.

Key words *Brasenia schreberi*； *Cricotopus*； pesticide； crucian carp stocking

莼菜 *Brasenia schreberi* J. F. Gmel. 又名水葵、马蹄草，属睡莲科多年生草本植物，主要分布在北纬 40°以南的亚热带地区，如中国、日本、印度等地。国内主要栽培于四川、重庆、云南、湖南、湖北、浙江和江苏等地[1-2]。莼菜中富含维生素、蛋白质、多糖和氨基酸等成分，具有较高的营养价值和抗菌消炎、促进免疫等医疗保健功能，成为国内种植地区重要的经济作物[3]。近年来，重庆市石柱县已建成我国最大的莼菜生产基地和外销中心，然而莼菜在塘堰、湖泊或在人工大量培育繁殖的水体中易受病虫害威胁，其中摇蚊的为害直接影响了莼菜的产量和质量。

三带环足摇蚊 *Cricotopus trifasciatus* (Panzer)是为害莼菜的主要害虫之一，隶属于双翅目长角亚目摇蚊科，幼虫又称红虫、血红虫，主要分布在我国长江流域，在欧洲、印度尼西亚、日本及北美等地亦有分布[4]。该虫主要以咀嚼式口器蚕食莼菜叶片，造成叶片受损，仅留下极薄而透明的表皮，在幼虫发生盛期，常导致众多叶片被吞食殆尽[4]。目前，对摇蚊的研究主要集中在系统学、生态学和毒理学研究方面，如水污染指示生物、供水体系摇蚊污染防治等，

收稿日期： 2018－07－29 **修订日期：** 2018－11－11
基金项目： 国家重点研发计划(2017YFD0200907)；西南大学石柱基地科技创新基金(县校合作项目)(HZ201704)
* 通信作者 E-mail：liuzhao@swu.edu.cn

而关于如何在大田防治摇蚊的研究很少[5-6]。本研究选择了 5 种常见的药剂进行田间防效试验,为大田生产中选择适宜的摇蚊防治方法提供依据。

在生产中,利用生物与生物之间的相互作用达到控制病虫草害的目的是农业生态系统的关注热点,可通过增加生态系统中的生物因子,改变害虫生境,提高生态系统的生物多样性,发挥天敌的控害作用[7-8]。目前研究较为成熟的利用物种多样性控制虫害的技术是稻鸭共作模式防治稻纵卷叶螟,以及稻鱼共作模式防治白背飞虱、褐飞虱[9]。此外,还有少量关于莲藕生态系统中鱼类放养对摇蚊影响的报道,其中莲田中放养鲫鱼、鲤鱼和草鱼均能显著抑制摇蚊类群的数量[10]。因此,笔者在莼菜田摇蚊的田间防治方法中加入"鲫鱼"这一生物因子,旨在探究莼菜田中鲫鱼对摇蚊幼虫的控制能力,为莼菜生态系统中害虫的可持续防治和良性循环提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　供试材料

供试昆虫于 2017 年 6 月从重庆市石柱县莼菜田中采集,经作者鉴定为三带环足摇蚊 *Cricotopus trifasciatus* (Panzer)。

供试鲫鱼鱼种为市场购买,选择规格整齐、体格健壮、无病无伤的体长 10 cm 左右的鱼种。放养前进行消毒处理,用质量分数为 3%～4%的食盐水浸泡 10～15 min。

在重庆市石柱县莼菜种植基地选择面积相近,每块约为 33 m^2,肥力中等,摇蚊发生为害程度大致一致的 21 块水田作为试验田,每块水田为一个小区。试验过程中莼菜田的水肥管理按照常规进行操作。试验选用药剂及具体信息见表 1。

1.2　供试药剂及鱼类放养对田间摇蚊的防治试验

将选取的莼菜水田进行随机标记。采用"Z"字形取样法调查摇蚊幼虫发生的情况,在每块水田中选择 10 个点,每个点调查 5 片莼菜叶片,统计摇蚊幼虫的数量,以及被摇蚊幼虫为害的莼菜叶片的数量。随后,在 5 块水田分别喷施 10 L 的 50%灭蝇胺可湿性粉剂 2 000 倍液、1.8%阿维菌素乳油 1 500 倍液、90%敌百虫原药 1 000 倍液、25%噻虫嗪 1 500 倍液、40%毒死蜱乳油 1 500 倍液,并设放养鲫鱼鱼苗 100 尾和清水对照 2 个处理,每个处理均重复 3 次,共设 21 个试验小区。在喷施药剂后 3、7、14、21 d 采用同样的方法调查摇蚊幼虫数量及莼菜叶片被为害数量。

表 1　试验所用药剂及生产厂家

Table 1　Pesticide and manufacturer

药剂名称 Pesticide	稀释倍数 Dilution ratio	厂家 Manufacturer
1.8%阿维菌素 EC abamectin 1.8% EC	1 500	济南中科绿色生物工程有限公司
50%灭蝇胺 WP cyromazine 50% WP	2 000	江西禾益化工有限公司
90%敌百虫 TC trichlorfon 90% TC	1 000	西安益丰农化有限公司
25%噻虫嗪 WP thiamethoxam 25% WP	1 500	上海禾本药业有限公司
40%毒死蜱 EC chlorpyrifos 40% EC	1 500	美国陶氏益农公司

1.3　数据统计与分析

利用统计软件 SPSS 16.0 对试验数据进行统计分析。用 Duncan 氏新复极差法分析田间数据差异显著性。其中摇蚊幼虫发生率、防治效果以及叶片受害率计算公式如下。

幼虫发生率(头/百叶)=(调查叶片总虫口数/叶片数)×100;

防治效果=(对照区虫口数量－处理区虫口数量)/对照区虫口数量×100%;

叶片受害率=受害叶片数/调查总叶片数×100%。

2　结果与分析

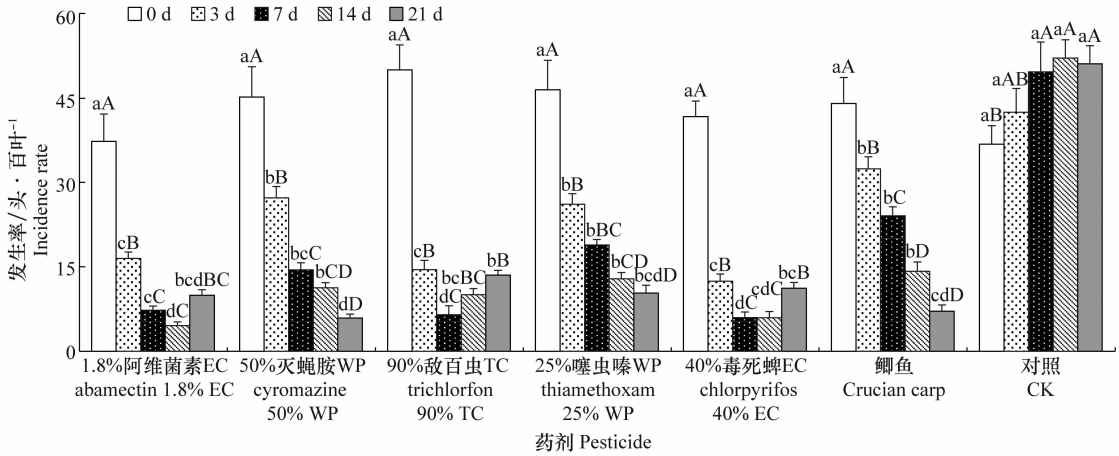
2.1　供试药剂和鲫鱼放养对摇蚊幼虫的田间防效

2.1.1　田间摇蚊幼虫发生率

由图 1 可知,5 种药剂以及放养鲫鱼均可有效防治莼菜田间摇蚊幼虫的发生。在施药前调查时,所选莼菜田中摇蚊的发生率均高于 40 头/百叶,各田块的摇蚊发生率无显著差异。在随后的调查中,各处理区的摇蚊幼虫发生率均显著低于对照区。施药及释放鱼苗 3 d 后,各处理区的摇蚊发生率下降;其中,施用 1.8%阿维菌素乳油、90%敌百虫原药及 40%毒死蜱乳油的小区,摇蚊幼虫发生率降至 15 头/百叶左右。施药 7 d 后,6 种药剂处理的小区摇蚊幼虫发生率与 3 d、5 d 的发生率相比仍呈降低趋势,其中施用 90%敌百虫原药及 40%毒死蜱乳油的水田摇蚊幼虫的发生率降至最低,分别为(6.4±0.55)头/百叶和(6.0±0.55)头/百叶,显著低于对照的发

生率。在 14 d 时，6 种处理区摇蚊幼虫发生率均在 15 头/百叶以下，相比于对照区均显著降低。此时，1.8%阿维菌素乳油处理的田块中，摇蚊幼虫的发生率最低，为(4.4±0.45)头/百叶，但与 40%毒死蜱乳油处理无显著差异。在 21 d 时，6 种处理的摇蚊幼虫田间发生率从高到低依次为 90%敌百虫原药、40%毒死蜱乳油、25%噻虫嗪可湿性粉剂、1.8%阿维菌素乳油、鲫鱼放养、50%灭蝇胺可湿性粉剂处理。

随着处理时间延长，6 种处理对摇蚊发生率的影响有一定差异。其中，施用 1.8%阿维菌素乳油、90%敌百虫原药和 40%毒死蜱乳油的水田中，摇蚊幼虫发生率在施药之后急剧下降，在施药7～14 d，发生率降至最低，随后发生率有所增长。施用 50%灭蝇胺可湿性粉剂、25%噻虫嗪可湿性粉剂的水田，摇蚊幼虫发生率逐步降低，鲫鱼放养法的水田中，有相似的效果，且摇蚊幼虫发生率能降至 10 头/百叶以下。



误差线上方的不同小写字母表示不同处理同一施药天数摇蚊幼虫发生率差异显著，不同大写字母表示同一药剂施用不同天数摇蚊幼虫发生率差异显著($P<0.05$)

The different lowercase letters on the error bars represent the significant difference in incidence rate of *C. trifasciatus* larva among different treatments at the same day, and the different uppercase letters indicate the significant difference at different time after application of the same pesticides ($P<0.05$)

图 1　5 种药剂及鲫鱼放养对田间摇蚊幼虫发生率影响比较

Fig. 1　Effect of five pesticides and crucian carp stocking on occurrence of *Cricotopus trifasciatus* larvae on *Brasenia schreberi* in the field

2.1.2　田间防治效果

5 种药剂及鲫鱼放养法对摇蚊幼虫的防治效果有差异。采取防治措施后 3 d，1.8%阿维菌素乳油、90%敌百虫原药和 40%毒死蜱乳油的防治效果较好，均在 60%以上，且显著高于其他 3 种措施，鲫鱼放养法的防治效果最低，仅为 23.58%±5.63%。处理后 7 d，各处理措施的防治效果持续增加，1.8%阿维菌素乳油、90%敌百虫原药和 40%毒死蜱乳油的防治效果在 80%以上，50%灭蝇胺可湿性粉剂的防治效果达到 70.96%±2.99%，25%噻虫嗪可湿性粉剂的防治效果达到 62.09%±2.29%，鲫鱼放养法的防治效果增加到 51.61%±3.77%。处理后 14 d，1.8%阿维菌素乳油的防治效果达到最高，为 91.53%±1.60%，其余各处理的防治效果也在 70%以上。处理后 21d，相比于 14 d 时，1.8%阿维菌素乳油、90%敌百虫原药和 40%毒死蜱乳油的防治效果有所下降，而 50%灭蝇胺可湿性粉剂和鲫鱼放养法的防治效果显著高于这 3 种药剂(表 2)。

2.2　叶片受害情况调查

喷施药剂或放养鲫鱼后，摇蚊幼虫对莼菜叶片的为害率相比于处理前均有所下降，其中放养鲫鱼和施用 50%灭蝇胺 WP 的田中莼菜叶片受害率持续降低，第 21 天时的受害率分别为 5.2%和 5.6%，显著低于其他处理和对照。其他处理田内，除 25%噻虫嗪 WP 处理外，在 14 d 内随时间延长，叶片受害率呈持续下降趋势，第 21 天有所增加，但仍低于处理前。喷施药剂或放养鲫鱼第 3 天，各处理之间及与对照之间叶片受害率差异不显著。7 d 时，40%毒死蜱乳油处理的田块中，莼菜叶片受害率最低，为 10.0%，显著低于对照组。14 d 时，施用 40%毒死蜱乳油、90%敌百虫晶体和 1.8%阿维菌素乳油药剂的田块，莼菜叶片受害率降至最低，分别为 4.2%、4.4%和 4.80%，其余 3 个处理在 8%～11%之间(表 3)。

表 2　5 种药剂及鲫鱼放养对莼菜田摇蚊的防治效果[1)]

Table 2　Control effect of five pesticides and crucian carp stocking on *Cricotopus trifasciatus* in *Brasenia schreberi* field

处理 Treatment	防治效果/% Control efficacy			
	3 d	7 d	14 d	21 d
1.8%阿维菌素 EC abamectin 1.8% EC	(61.32±3.07)a	(85.48±1.80)a	(91.53±1.60)a	(80.46±1.95)bc
50%灭蝇胺 WP cyromazine 50% WP	(35.84±5.42)b	(70.96±2.99)b	(78.46±2.19)bc	(88.28±1.38)a
90%敌百虫 TC trichlorfon 90% TC	(66.03±4.53)a	(87.09±2.62)a	(80.76±2.35)b	(73.43±1.63)d
25%噻虫嗪 WP thiamethoxam 25% WP	(38.67±5.27)b	(62.09±2.29)c	(75.38±2.58)bc	(79.68±2.89)c
40%毒死蜱 EC chlorpyrifos 40% EC	(70.75±3.49)a	(87.90±2.01)a	(88.46±2.35)a	(78.12±2.22)cd
鲫鱼 Crucian carp	(23.58±5.63)c	(51.61±3.77)d	(73.07±3.84)c	(85.93±2.23)ab
对照 Control	—	—	—	—

1) 同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
The different lowercase letters in the same column indicate the significant difference at 0.05 level. The same below.

表 3　5 种药剂及鲫鱼放养处理莼菜叶片受害率的比较

Table 3　Comparison of leaf damage rate caused by *Cricotopus trifasciatus* after treatment with five pesticides and crucian carp

处理 Treatment	叶片受害率/% The damage rate of leaves				
	0 d	3 d	7 d	14 d	21 d
1.8%阿维菌素 EC abamectin 1.8% EC	22.8±3.05	(20.0±2.12)ab	(10.8±1.14)cd	(4.8±1.14)c	(8.4±1.30)c
50%灭蝇胺 WP cyromazine 50% WP	22.0±2.73	(18.0±2.73)ab	(13.6±1.64)bcd	(8.8±1.14)b	(5.6±0.83)c
90%敌百虫 TC trichlorfon 90% TC	23.6±3.03	(17.2±1.51)ab	(11.6±0.84)cd	(4.4±0.84)c	(13.2±1.14)b
25%噻虫嗪 WP thiamethoxam 25% WP	21.2±3.50	(17.2±1.34)ab	(18.0±1.58)b	(10.8±0.89)b	(13.2±1.67)b
40%毒死蜱 EC chlorpyrifos 40% EC	20.0±2.00	(15.6±1.48)b	(10.0±1.58)d	(4.2±0.92)c	(7.2±1.81)c
鲫鱼 Crucian carp	21.6±2.58	(18.4±1.92)ab	(14.8±1.14)bc	(8.0±0.71)bc	(5.2±1.14)c
对照 Control	19.2±3.21	(22.8±2.88)a	(27.2±2.70)a	(30.4±2.58)a	(39.2±3.05)a

3　讨论

莼菜种植是石柱县农业支柱产业,由于病虫害危害加剧,直接影响了莼菜的产量和质量,严重制约着石柱县莼菜产业的发展。本试验选择 5 种常用的药剂对莼菜田摇蚊幼虫进行了田间防治试验,同时探讨鲫鱼放养对摇蚊幼虫的田间防治效果。结果发现,在莼菜田中,5 种药剂均能有效抑制摇蚊幼虫。采用 6 种防治措施 14 d 后,对摇蚊幼虫的防治效果达到 70%以上,其中 90%敌百虫原药的速效性较好,1.8%阿维菌素乳油和 40%毒死蜱乳油次之,优于 50%灭蝇胺可湿性粉剂和 25%噻虫嗪可湿性粉剂,但 50%灭蝇胺可湿性粉剂和鲫鱼放养法的持效性较好。马力等发现鱼类放养能明显抑制藕田主要害虫斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* (Fabricius)、莲缢管蚜 *Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus)和摇蚊 Chironomidae 的数量[10],与本研究结果一致。

摇蚊是底栖生物的主要类群之一,可用于水体的生物监测和类型的分类等,目前世界已知种类有 5 000 余种,我国已记录 500 多种[11]。近年来,由于水体富营养化,造成了供水系统中摇蚊污染的问题。在稻田及莲藕田中,摇蚊也是重要的害虫之一。在浙江地区稻田中,台湾长跗摇蚊 *Tanytarsus formosanus*、中华摇蚊 *Chironomus sinicus* (Kiknadze and Wang)是为害水稻的主要类群,主要为害水稻幼根幼芽,造成秧苗生长缓慢,叶片枯黄[12-13]。莲潜叶摇蚊 *Stenochironomus nelumbus* (Tokunaga & Kuroda)是为害莲藕的主要害虫之一,幼虫从叶背面侵入,在叶片内取食,形成线性蛀道,使得荷叶生长缓慢,浮叶腐烂、枯萎[14-15]。对于水稻和莲藕田中发生的摇蚊类群,施用 90%敌百虫原药等药剂可有效控制摇蚊种群数量,降低危害[13]。

不同的药剂防治摇蚊的作用机理是不相同的。本试验表明,阿维菌素能有效防治摇蚊幼虫,在田间的速效性较好,由于该类药剂无内吸性、且易光解,宜于阴天或者傍晚施用,以提高药剂的有效利用率,充分发挥药效[16]。敌百虫是一种低毒、残留小、高效的有机磷药物,在水产养殖中广泛用于防治寄生虫病[17],在室内和田间对摇蚊均有较好的防治效果。噻虫嗪是新烟碱类杀虫剂,来源于自然界植物,具有触杀、内吸和胃毒的作用,具有高效低毒的特点,对高等动物毒性低[18],但是在田间对摇蚊的防治效果较差,不推荐田间使用。毒死蜱是一种具有胃毒、触杀和熏蒸作用的有机磷酸酯类杀虫剂,对植

物叶片有内渗作用[19]，在莼菜田施用时应考虑安全间隔期。

摇蚊幼虫和蛹是鲤、鲫、鲑、梭等重要经济鱼类在内的18科鱼类的天然食饵[5]，在水体中放养鱼类能减小摇蚊幼虫密度。在本研究中，放养鲫鱼14 d后，即显示了对摇蚊的明显防治效果，且防治效果随放养时间的增加而提高。鱼类放养使莼菜种植和鱼类养殖有机结合，形成了鱼与莼菜互利共生生态系统，提高了莼菜生态系统的总体功能和莼菜田的总体生产力。从生态学观点来看，鱼类可以充分利用莼菜田生态系统的物质和能量，同时把莼菜田中流失的能量(摇蚊、害虫、杂草等)回收于生态系统循环中，形成了鱼类与莼菜共生的良性循环。尽管鱼类放养是较为古老的农业生态系统，但关于该系统经济效益的研究并不深入，选择什么鱼种，以多大的密度进行放养可获得最高的经济效益尚无系统研究，因此深入研究莼菜田中鱼类共生模式下摇蚊的动态变化，可为鱼类放养提供理论指导，促进鱼类放养模式的推广和应用，达到生态和效益双管齐下的目的。

参考文献

[1] 林美新，高建荣. 为害莼菜的菱小萤叶甲研究[J]. 上海农学院学报，1991，9(2)：100－107.

[2] 吴洪梅，于杰. 石柱县莼菜产业现状及发展思考[J]. 南方农业，2015，9(22)：89－91.

[3] 刘朝贵，李小孟，须建，等. 三大产区莼菜遗传多样性及亲缘关系的RAPD分析[J]. 西南大学学报(自然科学版)，2012，34(10)：54－59.

[4] 王士达，叶奕佐. 危害莼菜的几种摇蚊幼虫[J]. 水产科技情报，1989(4)：98－99.

[5] 吴昊，韩庆文，汪峰，等. 摇蚊防治的研究进展[J]. 中华卫生杀虫药械，2012，18(5)：444－446－448.

[6] 崔福义，安东，孙兴滨，等. 水体中摇蚊幼虫的孳生规律及其控制途径[J]. 环境污染治理技术与设备，2004，5(7)：1－4.

[7] REGANOLD J P, GLOVER J D, ANDREWS P K, et al. Sustainability of three apple production systems[J]. Nature, 2001, 410: 926－930.

[8] ALTIERI M A, LETOURNEAU D K. Vegetation management and biological control in agroecosystems[J]. Crop Protection, 1982, 1(4): 405－430.

[9] 沈培清. 稻鸭共作在高产地区的应用效果与技术[J]. 中国稻米，2005(6)：35－37.

[10] 马力，朱捷，陈琪，等. 鱼类放养对藕田节肢动物群落多样性的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版)，2016，42(1)：64－69.

[11] 齐鑫，马勇军，潘志祥. 水环境中的摇蚊幼虫研究进展[J]. 台州学院学报，2008，30(6)：38－42.

[12] 李志宇，杨洪，赖凤香，等. 早稻田发生的摇蚊种类及动态[J]. 中国水稻科学，2010，24(6)：630－634.

[13] 李桂艳. 怎样防治稻摇蚊[J]. 新农业，1999(8)：24.

[14] 熊健，吴凌婧，杜娇，等. 莲藕常见害虫的为害特点及综合防治措施[J]. 长江蔬菜，2010(14)：94－98.

[15] 王士达，叶奕佐. 莲窄摇蚊幼虫对莲的为害和防治[J]. 昆虫知识，1986(2)：73－74.

[16] 冯晓慧，刘宝生，郭慧芳，等. 几类药剂对大螟的室内毒力测定及田间防效评价[J]. 南京农业大学学报，2011，34(5)：67－72.

[17] 林伟，伦峰，杨治国. 敌百虫对黄河鲤鱼的急性毒性研究及安全评价[J]. 黑龙江畜牧兽医，2018(2)：184－186.

[18] 史彩华，胡静荣，杨玉婷，等. 不同药剂和施药方法对韭蛆的田间防治效果[J]. 植物保护学报，2018，45(2)：282－289.

[19] 毕海燕，朱晓锋，阿布都克尤木·卡德尔，等. 不同药剂对枣瘿蚊的防治效果评价[J]. 新疆农业科学，2015，51(5)：915－919.

(责任编辑：杨明丽)

(上接260页)

[7] PUNJA Z K, ADAMS G C. Influence of nutrition, environment and the isolate, on basidiocarp formation, development, and structure in *Athelia* (*sclerotium*) *rolfsii*[J]. Mycologia, 1982, 74(6): 917－926.

[8] 过赋文，张绍升. 烟草白绢病病原鉴定及生物学特性[J]. 安徽农业科学，2015，43(35)：184－186.

[9] 宋国华，吴微微. 花生白绢病的发生规律与防治对策[J]. 辽宁农业职业技术学院学报，2008，10(1)：12.

[10] 游景茂，王磊，唐其，等. 博落回白绢病的病原鉴定及防治[J]. 中国现代中药，2017，19(10)：1429－1433.

[11] 聂志钦，黎启明，陈忠，等. 不同药剂防治辣椒白绢病田间效果试验[J]. 长江蔬菜，2016(4)：87－88.

[12] JOSEPH E, HEPPERLY P R. First report of southern blight of common barley in Puerto Rico [J]. European Journal of Plant Pathology, 1995, 101(5): 497－501.

[13] 罗禄怡，沈仲宁，丁应生，等. 三叶草白绢病的研究[J]. 中国草地，1996(1)：64－66.

[14] 茹水江，王汉荣，王连平，等. 白术白绢病病原生物学特性及其防治药剂筛选[J]. 浙江农业学报，2007(6)：439－443.

[15] 主春福. 沂水县矮砧苹果树白绢病暴发原因及防治措施[J]. 北方果树，2017(1)：36.

[16] 胡琼波. 作物白绢病的研究进展[J]. 岳阳职工高等专科学校学报，2003(3)：58－60.

[17] 楚发美，刘江山. 防治苹果白绢病的试验总结[J]. 烟台果树，1994(2)：29.

[18] 李建涛，范怀峰，王建美，等. 四种杀菌剂对花生白绢病菌的毒力及田间控制作用[J]. 中国油料作物学报，2013，35(6)：686－691.

(责任编辑：杨明丽)