

诱虫植物香根草控制水稻二化螟的最佳田间布局

郑许松¹, 鲁艳辉¹, 钟列权², 黄贤夫³,
徐法三⁴, 姚晓明⁵, 徐红星¹, 吕仲贤^{1*}

(1. 浙江省植物有害生物防控省部共建国家重点实验室培育基地, 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021; 2. 浙江省台州市植物保护站, 台州 318000; 3. 浙江省温岭市植物保护站, 温岭 317500; 4. 浙江省衢州市植物保护站, 衢州 324000; 5. 浙江省植物保护检疫局, 杭州 310020)

摘要 为明确诱虫植物香根草控制水稻二化螟的最佳田间布局,进行了不同种植年限和丛间距的香根草条带对控制水稻二化螟作用距离和效果的研究。结果表明,在受害程度远低于防治指标的二化螟轻发生区,田埂上种植了一年 and 二年香根草的稻田螟虫枯心率均显著低于没有种植香根草的对照田,其中种植了二年香根草的稻田比种植了一年香根草的稻田对螟虫的控制效果更好,丛间距为 5、3 和 1 m 的二年生香根草条带对早稻的平均保苗效果分别为 63.6%、47.5% 和 69.7%,有效作用距离达到 20 m 以上。在二化螟常年发生较重(85.45 头/百丛)的地区,大田验证试验结果表明,香根草丛间距 4 m、行间距 50 m 时,稻田二化螟越冬代幼虫的虫口减退率达到 84.2%。通过研究明确了稻田四周田埂或路边种植香根草控制水稻二化螟的最佳田间布局为:丛间距 3~5 m、行间距 50~60 m。

关键词 香根草; 二化螟; 控制效果; 丛间距; 作用距离

中图分类号: S 435.112.1 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.06.016

Optimal planting pattern of trap plant vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*, for controlling rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*

Zheng Xusong¹, Lu Yanhui¹, Zhong Liequan², Huang Xianfu³,
Xu Fasan⁴, Yao Xiaoming⁵, Xu Hongxing¹, Lü Zhongxian¹

(1. State Key Laboratory Breeding Base for Zhejiang Sustainable Pest and Disease Control, Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; 2. Taizhou Station of Plant Protection, Zhejiang Province, Taizhou 318000, China; 3. Wenling Station of Plant Protection, Zhejiang Province, Wenling 317500, China; 4. Quzhou Station of Plant Protection, Zhejiang Province, Quzhou 324000, China; 5. Zhejiang Province Plant Protection and Quarantine Bureau, Hangzhou 310020, China)

Abstract In order to clarify the optimal planting pattern of the trap plant vetiver grass, *Vetiveria zizanioides* for controlling rice striped stem borer (SSB), *Chilo suppressalis* in rice fields, the control range and effect of vetiver grass stripe with different cultivation age and cluster spacing to SSB were investigated in this study. The results showed that, in the areas where the extent of the damage were far below the control index, rice dead heart rates in the paddy field with 1-year and 2-year vetiver grass trap stripe were significantly lower than that in the control field without vetiver grass trap stripe. The control efficiency of 2-year vetiver grass trap stripe on SSB was higher than that of 1-year vetiver grass trap stripe. The rice seedling protection rates of 2-year vetiver grass trap stripe of 5 m, 3 m, and 1 m cluster spacings to paddy field were 63.6%, 47.5% and 69.7%, respectively, and the control range was >20 m. While in the area with the density of 85.45 individuals per hundred hills where SSB occurred seriously, the field experiment results showed that the SSB population decline rate in the paddy field with cluster spacing of 4 m and line spacing of 50 m vetiver grass trap stripe was 84.2%. Our study clarified that the optimal planting pattern of the trap plant vetiver grass around the paddy ridge or roadside for controlling rice stem borer was cluster spacing of 3–5 m and line spacing of 50–60 m.

Key words *Vetiveria zizanioides*; *Chilo suppressalis*; field efficacy evaluation; cluster spacing; control range

收稿日期: 2017-02-08 修订日期: 2017-03-22

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0200800);浙江省重点研发计划(2015C02014);公益性行业(农业)科研专项(201303017)

* 通信作者 E-mail: luzxmh@163.com

二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker) 是为害水稻的重要常发性害虫之一。近年来,由于种植结构调整、品种更替、气候变化等原因,二化螟种群数量呈大幅度上升趋势^[1-2]。使用化学杀虫剂依然是目前二化螟防治的主要手段,但杀虫剂长期过多使用常造成生态失衡、抗药性、农药残留和环境污染等诸多问题,使防治工作陷于困境^[3-4]。诱虫植物作为一种生态调控技术被应用于作物害虫防治,近年来颇受关注^[5-6]。陈先茂等^[7]提出水稻螟虫在香根草 *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash 上的产卵趋性高于水稻。郑许松等^[8]发现二化螟在香根草和水稻间偏好在香根草上产卵,但其幼虫在香根草上不能完成生活史,且香根草在田间作为诱虫植物对二化螟种群有较好防治潜力。但香根草在田间如何布局才能达到最好的防治效果? 种植的丛间距、行间距多少等等,需要进行田间试验明确。我们在浙江省衢州和台州两地进行了香根草防治二化螟的技术规范研究,以期对二化螟的生态控制提供具体的技术参数。

1 材料与方法

1.1 试验材料

香根草种苗购于杭州固绿交通工程有限公司,以分蘖苗无性繁殖,种植时将分蘖苗修剪至根长 10 cm,茎长 20 cm,分苗时以 5 株为 1 丛,种在 100 cm 宽的田埂上。试验在两个地方进行:1) 浙江省衢州市衢江区高桥镇高家村,进行不同种植年限的香根草对水稻螟虫的控制效果和香根草条带控制水稻螟虫的作用距离试验。水稻品种为‘春优 84’,种早稻和晚稻 2 季;2) 浙江省温岭市大溪镇桥里村,进行早稻二化螟生态控制的香根草田间布局试验,水稻品种为‘中早 39’。

1.2 试验方法

1.2.1 不同种植年限的香根草对二化螟的控制效果

试验在 30 hm² 的水稻试验基地进行。供试香根草分别于 2013 年 4 月和 2014 年种植,设 1、3 和 5 m 3 个丛间距,香根草条带长度均为 100 m,以不种香根草的稻田作为对照。各重复 3 次。于 2015 年早稻灌浆期和晚稻黄熟期,调查稻田中水稻螟虫枯心率,距香根草条带(田埂)平行距离 5、10、15 和 20 m 的距离上调查水稻螟虫造成的枯心率,每一距离调查 2 点,共调查 8 点,采用平行跳跃法,每点调查 150 丛。对照区的调查点离田埂距离和香根草种植区一致。设定枯心率达 3% 时为化学防治经济阈值,因二化螟田间发生量低,试验期间香根草处理和

对照田均未使用专门防治二化螟的杀虫剂。

1.2.2 香根草条带控制二化螟的作用距离

香根草于 2013 年种植,丛间距分别为 1、3 和 5 m,香根草条带长度均为 100 m,以不种香根草稻田为对照,各重复 3 次。2 年后(2015 年)于早稻分蘖期和晚稻分蘖期进行香根草作用距离的调查。在距香根草条带(田埂)平行距离 5、10、15 和 20 m 处调查二化螟造成的枯鞘率,每一距离调查 3 点,采用平行跳跃法,每点调查 100 丛。设定枯鞘率达 5% 时为化学防治经济阈值,因二化螟田间发生量低,试验期间香根草处理和对照田均未使用专门防治二化螟的杀虫剂。

1.2.3 香根草用于二化螟生态控制的田间布局验证

在二化螟常年发生较重的浙江省温岭市大溪镇建立试验基地,进行基于香根草的二化螟生态控制试验,以确定香根草在大田应用中的布局。2013 年,在基地宽 80~100 cm 的田埂上种植香根草,丛间距离为 4 m,田埂间的平行距离为 50 m。除了种植香根草,整个试验基地还辅以田埂上留草、种植显花植物(芝麻、硫华菊和波斯菊等)的生态控制技术,试验设两个重复试验小区。对照田距离生态试验区 1 000 m,日常管理同当地农民习惯。于 2016 年 3 月 15 日调查稻田中距香根草条带不同距离的越冬代二化螟的种群数量。剥查稻桩中的越冬二化螟幼虫虫量,调查距离分别距香根草条带(田埂)5、10、15、20、25 m,采用平行跳跃法,每距离上调查 3 点,每点 100 丛。

1.3 数据统计分析

试验数据采用 Excel 2010 和 SPSS 18.0 进行统计和分析。应用 One-Way ANOVA-Tukey 法 ($P \leq 0.05$) 检验不同处理间的差异显著性,水稻枯鞘率和枯心率等百分率数据在方差分析前,先进行反正弦转换。

2 结果与分析

2.1 不同种植年限的香根草对二化螟的控制效果

结果见表 1、图 1。田埂上种植二年生香根草条带,其不同丛间距处理的水稻枯心率均显著低于对照田,丛间距为 1、3 和 5 m 的香根草对早稻的保苗效果分别达到 69.7%、47.5% 和 63.6%。一年生香根草对二化螟的控制作用和保苗效果要比二年生香根草要差,晚稻种植间距为 1 m 和 3 m 的香根草条带显著降低了水稻二化螟枯心率,种植间距为 5 m 时枯心率和对照则相近;早稻田不同处理间二化螟枯心率没有显著性差异。

表 1 不同种植年限香根草对水稻枯心率的影响¹⁾

Table 1 Effects of vetiver grass with different cultivation ages on rice dead heart rate caused by stem borers

水稻生育期 Rice growth stage	香根草年龄 Age of vetiver grass	枯心率/% Dead heart rate				方差参数 Variance parameter
		5 m	3 m	1 m	对照 CK	
早稻灌浆期 Grain filling stage of early rice	一年生	(0.73±0.03) _a	(0.51±0.06) _{ab}	(0.52±0.06) _{ab}	(0.73±0.03) _a	$F=6.726, P=0.001$
	二年生	(0.36±0.08) _c	(0.52±0.04) _b	(0.30±0.03) _c	(0.99±0.08) _a	$F=34.587, P<0.001$
晚稻黄熟期 Yellow ripeness stage of late rice	一年生	(0.55±0.11) _a	(0.33±0.03) _b	(0.34±0.02) _b	(0.54±0.04) _a	$F=11.704, P<0.001$
	二年生	(0.34±0.02) _b	(0.24±0.06) _b	(0.27±0.09) _b	(0.54±0.04) _a	$F=4.424, P=0.011$

1) 表中数据为平均值±标准误, 同行数据后不同小写字母表示经单因素方差分析(One-way ANOVA)差异显著($P<0.05$)。表中 5、3、1 m 表示香根草丛间距。下同。

Data in the table are means±SE; different lowercase letters in the same row indicate significant difference between treatments (One-way ANOVA, $P<0.05$). 5 m, 3 m, 1 m in the table indicate vetiver grass cluster spacing. The same below.

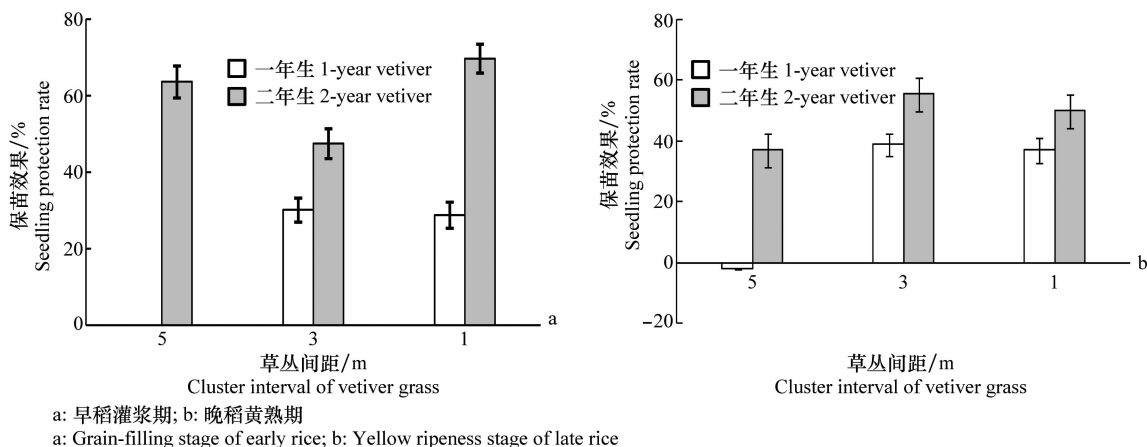


图 1 不同种植年限香根草防治水稻二化螟的保苗效果

Fig. 1 Seedling protection effect of vetiver grass with different cultivation ages on striped stem borer in rice fields

2.2 香根草条带控制二化螟的作用距离

在二化螟发生相对较重的早稻分蘖期, 田埂上种植香根草对稻田中二化螟起到了较好的控制效果, 距离香根草条带 5 m 和 10 m 的稻桩上, 不同丛

间距香根草对二化螟的控制效果优劣排序依次为 1 m>3 m>5 m, 在距离香根草条带 15 m 和 20 m 的稻桩上, 不同丛间距的香根草对二化螟的控制效果则较为接近(表 2)。

表 2 香根草种植间距及香根草与水稻的距离对水稻枯鞘率的影响

Table 2 Effects of vetiver grass cluster intervals and its distance to rice plants on rice dead sheath rate caused by stem borers

水稻生育期 Rice growth stage	水稻距香根草条带的距离/m Distance of sampling site and vetiver grass stripe	香根草不同种植间距下水稻枯鞘率/% Rice dead sheath rate under various vetiver grass cluster intervals				方差参数 Variance parameter
		5 m	3 m	1 m	CK	
早稻分蘖期 Tillering stage of early rice	5	(2.08±0.06) _b	(1.48±0.09) _c	(0.68±0.12) _d	(2.85±0.11) _a	$F=82.014, P<0.001$
	10	(1.93±0.10) _b	(1.62±0.05) _b	(0.91±0.07) _c	(3.61±0.17) _a	$F=114.73, P<0.001$
	15	(1.35±0.03) _b	(1.54±0.12) _b	(1.40±0.17) _b	(2.90±0.21) _a	$F=26.141, P<0.001$
	20	(1.88±0.08) _b	(2.24±0.13) _b	(1.95±0.16) _b	(3.81±0.11) _a	$F=53.169, P<0.001$
晚稻分蘖期 Tillering stage of late rice	5	(0.16±0.02) _b	(0.06±0.01) _c	(0.06±0.01) _c	(0.60±0.02) _a	$F=266.005, P<0.001$
	10	(0.49±0.06) _b	(0.10±0.02) _c	(0.06±0.01) _c	(0.90±0.08) _a	$F=57.885, P<0.001$
	15	(0.62±0.07) _a	(0.42±0.09) _a	(0.66±0.11) _a	(0.66±0.11) _a	$F=1.453, P=0.298$
	20	(0.93±0.14) _a	(0.38±0.06) _b	(0.30±0.03) _b	(1.08±0.11) _a	$F=16.588, P=0.001$

早稻分蘖期, 田埂上种植香根草对水稻也有较好的保苗效果, 丛间距 1 m 时, 在距离香根草条带 5 m 和 10 m 处的保苗效果可以达到 70% 以上, 在 15 m 和 20 m 处的保苗效果约为 50%; 而丛间距为 5 m 的香根草的保苗效果也较理想, 距离香根草条带不

同点的保苗效果达 27.0%~53.4% (图 2)。晚稻分蘖期, 距离香根草条带 5 m 和 10 m 处均有较好的保苗效果, 在 15 m 和 20 m 处的保苗效果则比早稻分蘖期相对差一些(图 2)。综合来看, 二年生的香根草条带的有效作用距离可达到 20 m。

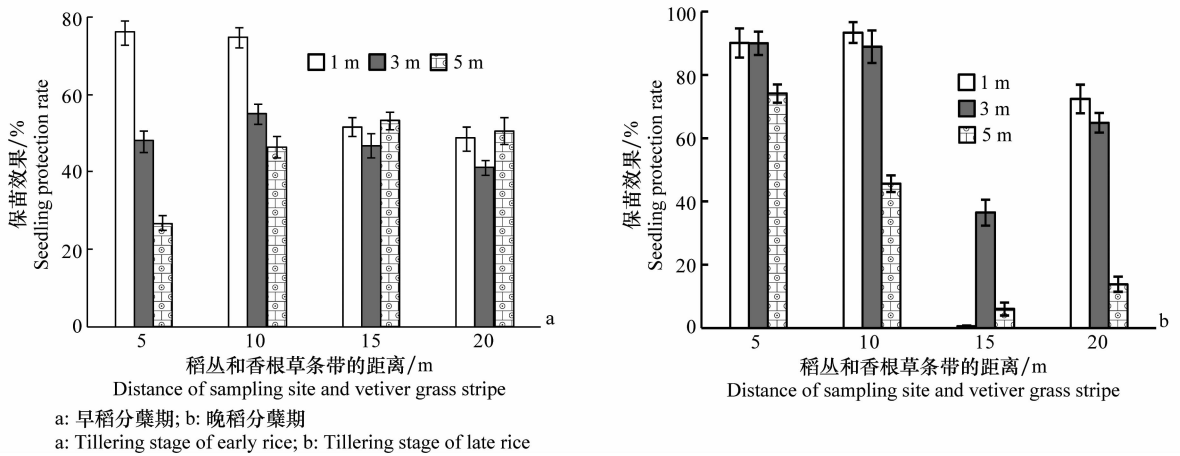


图 2 香根草不同种植间距对水稻的保苗效果

Fig. 2 Seedling protection efficacy of vetiver grass cluster intervals on rice plants

2.3 水稻二化螟生态控制的香根草田间布局验证

以一定空间布局在田埂上种植香根草对越冬代二化螟种群密度的影响见表 3、图 3。两个试验小区中,距香根草条带不同距离处的越冬代二化螟百丛虫量均显著低于对照稻田,且不同距离的二化螟幼虫密度很接近,不同距离的虫口减退率为 76.2%~

92.5%,两个生态试验区在距香根草条带 25 m 距离上的虫口减退率也达到 80%左右,总体平均虫口减退率达到 84.2%。说明在辅以生物多样性保护的技术措施下,香根草行间距 50 m、丛间距 4 m 的田间布局对二化螟的控制可以起到很好的效果。

表 3 距香根草条带不同距离的稻桩上越冬代二化螟种群密度

Table 3 Population density of the overwintering generation of stripped stem borer on rice stubbles with different distances to vetiver grass stripe

稻桩与香根草距离/m Distance between sampling site and vetiver grass stripe	二化螟种群密度/头·(100 丛) ⁻¹ Population density of <i>Chilo suppressalis</i>			方差参数 Variance parameter
	生态试验区 1 Ecological experimental zone 1	生态试验区 2 Ecological experimental zone 2	对照 CK	
5	(8.61±2.47)b	(7.22±4.01)b	(96.67±9.62)a	F=68.661, P<0.001
10	(14.17±2.68)b	(15.56±4.34)b	(100.56±17.46)a	F=22.194, P=0.002
15	(17.22±11.40)b	(12.20±4.34)b	(72.23±12.52)a	F=10.882, P=0.010
20	(13.34±0.96)b	(17.25±6.26)b	(80.56±11.88)a	F=15.930, P=0.004
25	(15.83±3.37)b	(13.89±5.63)b	(77.21±10.81)a	F=24.307, P=0.001

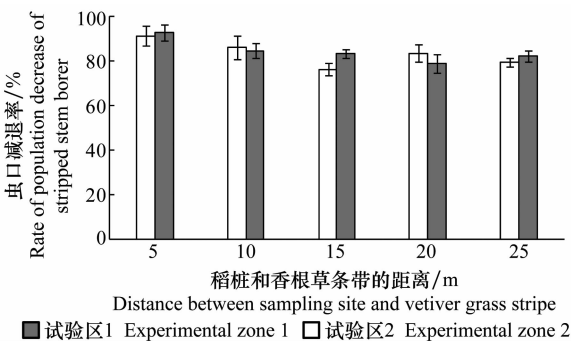


图 3 距香根草条带不同距离的稻桩上越冬代二化螟种群虫口减退率

Fig. 3 Rates of population decrease of the overwintering generation of stripped stem borer on rice stubbles with different distances to vetiver grass stripe

3 讨论

诱虫植物对靶标害虫引诱作用明显强于主栽作物,在田间种植小面积的诱虫植物,阻止害虫到达主栽作物,或使害虫集中到诱虫植物上而被方便地消灭,从而使主栽作物得以保护。利用诱虫植物防治害虫可以大大减少杀虫剂的用量,在有些情况下甚至可以不用杀虫剂,既降低人力物力成本、减少环境污染,又可保护作物生态系统的生物多样性^[9-10]。鉴于诱虫植物环保和可持续的优点,在现代害虫综合治理中呈现越来越重要的作用^[11-12]。

诱集植物的空间布局取决于害虫的类型。对于迁入性的害虫,诱集植物种植宜采用四周环绕的方

法。有研究表明,在胡椒园四周种植对胡椒带实蝇 *Zonosemata electa* (Say) 引诱力强的胡椒品种作为诱集植物,胡椒园内的胡椒受害率仅为 1.7%,而化学防治田受害率达 15.4%^[13]。在稻田生态系统中,牺牲水稻种植面积来种植香根草经济效益上并不划算,根据香根草的生物学特点,田埂上种植香根草是理性的选择。二化螟的飞行能力较强,常常在临近的稻田间迁移为害。所以在田块四周或平行的两边田埂上种植香根草是应用香根草防治二化螟的基本布局策略。

诱虫植物的田间种植比例也是影响诱虫植物诱集效果的重要因素。诱虫植物一般是按一定的比例、在一定的时期种植在作物系统中,如果比例太大,将会影响主栽作物的产量,种植者不易接受;反之,如果比例太小,对害虫的引诱力就会降低,控虫达不到理想效果。一般根据生产实践或田间试验结果确定适当的比例,大多数诱虫作物占主栽作物种植面积的 1%~10%^[14-16]。本试验表明,2年生丛间距为 3 m 和 5 m 的香根草条带对二化螟的防控效果和丛间距为 1 m 香根草条带没有显著性差异(表 1、图 1)。香根草生长迅速,在种植第 1 年生物量相对较小、第 2 年的分蘖量即可达到几十个乃至百多个分蘖,株高超过 2 m,到第 3 年的生物量还能增长。因此,香根草的种植间距不宜过密、也不宜过稀,3~5 m 比较适宜。从衢州的试验结果来看,在早稻分蘖期,2年生的香根草条带对距其 20 m 距离处水稻保苗效果可以达到 50%(表 2、图 2),这说明田埂上种植香根草条带控制二化螟的有效距离可以达到 20 m 以上。但作用范围是因具体情况而异的,我们此前在浙江省余姚和金华等地的试验结果显示,田埂上种植香根草对稻田螟虫的有效控制距离为 8~12 m,这是二化螟和稻蛀茎夜蛾 *Sesamia inferens* (Walker) 混合发生的稻田的调查结果。稻蛀茎夜蛾在田埂边为害重而稻田中间发生轻,香根草对稻蛀茎夜蛾一样具有较好的引诱效果(另文发表),当二化螟和稻蛀茎夜蛾混合发生时,近田埂 10 m 左右的范围内对螟虫的防治效果往往显得更直观一些。上述为单纯种植香根草的防治效果,当我们采取措施提高稻田生态系统中的天敌的情况下,种植香根草对二化螟的控制作用会达到更远的距离、更好的防治效果。在台州温岭市大溪镇,我们种植了蜜源植物,田埂上留花留草以提高天敌数量和功能。结果表明,以

丛间距 4 m 在稻田田埂上单行种植香根草条带,两条平行田埂上香根草行间距 50 m 的情况下,在种植香根草的第 3 年,整个田块越冬代二化螟幼虫平均虫口减退率 84.2%,且不同距离上效果均匀(表 3、图 3)。这说明大田实际应用中,香根草条带间的平行距离可以在 50 m 或以上,对稻田螟虫的有效作用距离超过 25 m。香根草的控制作用随着种植年限的增加而显现的效果越好,因此,我们推荐香根草在田间的种植布局是:丛间距 3~5 m,行间距 50~60 m。

此外,诱虫植物的播期对害虫的控制效果有重要影响,播期适当,才能使之在主栽作物的关键时期或整个生长期保持比主栽作物对害虫有更强的引诱力^[17-18]。其关键是寄主植物的物候期与害虫着卵量密切相关^[19-20]。香根草为多年生宿根性植物,每年 3 月上旬开始抽芽生长,4 月—7 月进入快速生长期抽生大量分蘖,7 月下旬—10 月中旬生长平缓,但仍有不少新生分蘖。螟虫喜在新生分蘖上产卵钻蛀,香根草的营养生长期几乎覆盖整个水稻生育期,因此在整个水稻生长期香根草对二化螟都保持着强烈的引诱作用。为保证香根草多抽生新分蘖强化对二化螟的引诱效果,在 7—8 月份应对香根草刈割和追肥。

除了诱集害虫这一主要作用,诱虫植物还给天敌提供避难和繁殖场所,诱虫植物上诱集到的害虫为作物田繁殖大量的天敌,诱虫植物在调控害虫的同时还起到天敌库的作用^[21-22]。在实际应用中,在种植布局香根草的同时,我们推荐稻田田埂留种杂草和种植蜜源植物,这样可以进一步保护和提高天敌数量,强化基于诱虫植物香根草技术体系的对二化螟的生态控制作用。试验中,我们观察到种植香根草的稻田二化螟寄生蜂尤其是卵寄生蜂的多样性和丰盛度显著高于对照田,有关研究结果将另文发表。

参考文献

- [1] 薛进, 戈峰, 黎家文, 等. 二化螟与作物相互关系及其影响因素[J]. 昆虫知识, 2005, 42(3): 259-263.
- [2] 秦厚国, 罗任华, 叶正襄, 等. 二化螟大发生原因及控制对策[J]. 华东昆虫学报, 2005, 14(1): 91-93.
- [3] Glaser J A, Matten S R. Sustainability of insect resistance management strategies for transgenic Bt corn[J]. Biotechnology Advances, 2003, 22: 45-69.
- [4] Kumar H, Kumar V. Tomato expressing Cry1A(b) insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis* protected against tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* damage in the laboratory, greenhouse and field [J]. Crop Protection, 2004, 23: 135-139.

- [5] Shelton A M, Nault B A. Dead-end trap cropping: a technique to improve management of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) [J]. *Crop Protection*, 2004, 23(6): 497 - 503.
- [6] Shelton A M, Badenes-Perez F R. Concepts and applications of trap cropping in pest management [J]. *Annual Review of Entomology*, 2006, 51: 285 - 308.
- [7] 陈先茂, 彭春瑞, 姚锋先, 等. 利用香根草诱杀水稻螟虫的技术及效果研究[J]. *江西农业学报*, 2007, 19(12): 51 - 52.
- [8] 郑许松, 徐红星, 陈桂华, 等. 苏丹草和香根草作为诱虫植物对稻田二化螟种群的抑制作用评估[J]. *中国生物防治*, 2009, 25(4): 299 - 303.
- [9] Mitchell E, Hu Guangye, Okine J S. Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) infestation and parasitism by *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in collards and adjacent cabbage fields [J]. *Florida Entomologist*, 1997, 80(1): 54 - 71.
- [10] Mitchell E R, Hu Guangye, Johonowicz D. Management of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage using collard as a trap crop [J]. *Hortscience*, 2000, 35(5): 875 - 879.
- [11] Charleston D S, Kfir R. The possibility of using Indian mustard, *Brassica juncea*, as a trap crop for the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in South Africa [J]. *Crop Protection*, 2000, 19: 455 - 460.
- [12] Hilje L, Costa H S, Stansly P A. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases [J]. *Crop Protection*, 2001, 20: 801 - 812.
- [13] Boucher T J, Ashley R, Durgy R. Managing the pepper maggot (Diptera: Tephritidae) using perimeter trap cropping [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2003, 96(2): 420 - 432.
- [14] 杨贵明, 王军, 竹海涛. 桑园黑绒金龟甲的诱集药杀技术研究 [J]. *蚕业科学*, 1998, 24(3): 186 - 187.
- [15] 吴才君, 范淑英, 蒋育华, 等. 芋对斜纹夜蛾的诱集作用 [J]. *生态学杂志*, 2004, 23(4): 172 - 174.
- [16] 王林霞, 田长彦, 马英杰, 等. 玉米诱集带对棉田天敌种群动态的影响 [J]. *干旱地区农业研究*, 2004, 22(3): 86 - 89.
- [17] Bender D A, Morrison W P, Frisbie R E. Intercropping cabbage and Indian mustard for potential control of Lepidopterous and other insects [J]. *Hortscience*, 1999, 34(2): 275 - 279.
- [18] Horsfield A, Logan D P, Kettle C G, et al. Trap crops for the management of greyback canegrub in the Burdekin [C]// *Proceedings of the 2002 Conference of the Australian Society of Sugar Cane Technologists*, Cairns, Queensland, 2002: 213 - 218.
- [19] 刘芳政. 论棉铃虫与新疆植棉业的持续发展 [J]. *新疆农业大学学报*, 1997, 20(1): 1 - 6.
- [20] 岳忠兴. 春播油菜对棉盲蝽、棉铃虫诱集效果的观测 [J]. *植保技术与推广*, 1997, 17(3): 25 - 26.
- [22] Eman G, Overholt W A, Kariu E, et al. Evidence of the establishment of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of cereal stemborers, and its host range expansion in Ethiopia [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 2003, 93(2): 125 - 129.
- [23] Tillman G, Mullinix B. Grain sorghum as a trap crop for southern green stink bug in cotton [C]// *Proceedings of the Belt Wide Cotton Conferenees*, 2003: 1 - 4.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 71 页)

参考文献

- [1] 李振歧, 曾士迈. 中国小麦锈病 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 1 - 362.
- [2] 陈万权, 康振生, 马占鸿, 等. 中国小麦条锈病综合治理理论与实践 [J]. *中国农业科学*, 2013(20): 4254 - 4262.
- [3] 陈刚. 小麦条锈病区域流行的相关性分析 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [4] 万安民, 牛永春, 吴立人. 中国小麦品种抗条锈性丧失及其治理对策 [C]// *中国国际农业科技年会*, 1999.
- [5] 代君丽, 井金学, 李振歧, 等. 我国小麦农家品种抗条锈性评价及抗病品种的遗传分析 [C]// *中国植物病理学会学术年会论文集*. 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2007: 144 - 149.
- [6] 蔺瑞明, 鄧彦敏, 冯晶, 等. 中国小麦农家品种抗条锈病的鉴定与评价 [J]. *沈阳农业大学学报*, 2010(5): 535 - 539.
- [7] 代君丽, 牛永春. 小麦农家品种大籽糙抗条锈性的遗传分析 [J]. *遗传*, 2003(3): 311 - 313.
- [8] 代君丽, 牛永春, 井金学, 等. 我国小麦农家品种白老芒麦的抗条锈性遗传分析 [J]. *西北农业学报*, 2003(1): 121 - 122.
- [9] 巫娟, 牛永春, 檀根甲. 小麦农家品种红麦 (京 2747) 主效抗条锈病基因的 RAPD 标记 [J]. *植物遗传资源学报*, 2006(3): 260 - 263.
- [10] Liu Fanghui, Niu Yongchun, Deng Hui, et al. Mapping of a major stripe rust resistance gene in Chinese native wheat variety Chike using microsatellite markers [J]. *Journal of Genetics and Genomics*, 2007(12): 123 - 130.
- [11] 鄧彦敏, 蔺瑞明, 冯晶, 等. 4 个小麦农家品种对条锈菌成株抗性遗传分析 [J]. *沈阳农业大学学报*, 2010(6): 673 - 676.
- [12] 骆惠生, 曹世勤, 贾秋珍, 等. 农家品种老芒麦抗条锈基因遗传分析 [J]. *甘肃农业科技*, 2007(7): 10 - 12.
- [13] 宁利园, 鄧彦敏, 王凤涛, 等. 中国小麦农家品种红锁条和白蚂蚱的抗条锈性遗传分析 [J]. *植物保护学报*, 2015(2): 145 - 152.
- [14] Browder L E. Probable genotype of some *Triticum aestivum* 'Agent' derivatives for reaction to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* [J]. *Crop Science*, 1973, 13: 203 - 206.
- [15] Flor H H. Current status of the gene-for-gene concept [J]. *Annual Review of Phytopathology*, 1971, 9: 275 - 296.
- [16] Dubin H J, Johnson R, Stubbs R W. Postulated genes for resistance to stripe rust in selected CIMMYT and related wheats [J]. *Plant Disease*, 1989, 73(6): 472 - 475.

(责任编辑: 田 喆)