



王春,王芊,黄元炬,等. 黑龙江省稻田萤蔺对吡嘧磺隆的抗性监测及防治药剂筛选[J]. 黑龙江农业科学,2023(3):44-49.

# 黑龙江省稻田萤蔺对吡嘧磺隆的抗性监测及防治药剂筛选

王 春,王 芊,黄元炬,王 宇,蒋希峰

(黑龙江省农业科学院 植物保护研究所/农业农村部哈尔滨作物有害生物科学观测实验站, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为促进黑龙江稻区萤蔺的抗药性治理,采用整株剂量反应测定黑龙江省 18 个萤蔺种群对吡嘧磺隆的抗药性水平,通过盆栽和田间试验测试了 9 种替代药剂对萤蔺的防治效果。结果表明,18 个种群中有 4 个种群(Sj6、Sj7、Sj8 和 Sj11)对吡嘧磺隆产生了抗性,抗性指数分别为 7.48、13.60、11.42 和 10.41,其余 13 个种群为敏感种群,抗性指数为 2.03~3.16;盆栽和田间药剂筛选结果发现 6 种药剂株防效和鲜重防效好于对照药剂 10%吡嘧磺隆,其中 33%噻吡嘧磺隆、25%双环磺草酮和 460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松对萤蔺的盆栽和田间药后 30 d 株防效和鲜重防效达到 90%以上。说明,黑龙江省稻区部分萤蔺种群对吡嘧磺隆产生了中等水平以下抗性,推荐在水稻生产中选用 33%噻吡嘧磺隆水分散粒剂、25%双环磺草酮悬浮剂和 460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松可溶液剂等药剂防除稻田萤蔺。

**关键词:**萤蔺;吡嘧磺隆;杂草抗性;药剂筛选

黑龙江省作为我国重要的水稻生产基地,保障水稻高产稳产对国家的粮食安全有重要意义<sup>[1]</sup>。萤蔺(*Scirpus juncooides* Roxb.)为莎草科蔺草属多年生湿生性杂草,是我国各主要稻区危害最重的主要杂草之一,其对恶劣环境的适应能力强,与水稻形成对生存环境的强烈竞争<sup>[2]</sup>。20 世纪 80 年代中后期,ALS[乙酰乳酸合成酶(Acetolactate Synthase, ALS)]抑制剂类除草剂开始在东北稻区广泛应用,由于其靶标位点单一,连续使用 3~7 年可能导致杂草产生抗性。东北稻区防治萤蔺常用的 ALS 抑制剂有吡嘧磺隆、苄嘧磺隆、嘧啶除草醚以及五氟磺草胺,2000 年左右稻田中野慈姑、萤蔺、雨久花等杂草逐渐对 ALS 抑制剂类除草剂产生抗药性<sup>[3-4]</sup>。张淑东等<sup>[5]</sup>采用整株剂量反应和离体 ALS 酶活性法测定了辽宁稻区 20 个萤蔺种群,结果表明 20 个萤蔺种群对苄嘧磺隆产生了不同水平的抗性,其体内 ALS 酶活性的降低可能是产生抗性的原因之一。汪涛等<sup>[6]</sup>研究发现辽宁省萤蔺种群对苄嘧磺隆

的抗药性已普遍存在,而 ALS 靶标基因突变和代谢作用增强正是萤蔺对苄嘧磺隆产生抗药性的主要原因。吡嘧磺隆是稻田常用的磺酰脲类除草剂之一,但是近年黑龙江省部分稻田出现施用吡嘧磺隆后对萤蔺无效的现象。刘亚光等<sup>[7-8]</sup>于 2015 年和 2019 年调查发现黑龙江省部分地区稻田萤蔺已对吡嘧磺隆和苄嘧磺隆产生了中低水平抗性,其可能与 ALS 对吡嘧磺隆敏感性下降和 GSTs[谷胱甘肽巯基转移酶(Glutathione Stransferase, GST)]代谢作用增强有关。因此,有必要对黑龙江省稻田萤蔺的抗药性进行定期监测,并筛选可替代 ALS 抑制剂的除草剂以供生产备用。本试验通过对黑龙江省稻田萤蔺的抗性调查,采用盆栽整株剂量反应测试了黑龙江省稻区 18 个萤蔺种群对除草剂吡嘧磺隆的抗性发生情况及抗性强度,同时筛选了对防治萤蔺有效的替代除草剂,以期为黑龙江稻区萤蔺的抗药性治理及防治研究提供理论和技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试植物于 2019 年 8 月—10 月在黑龙江省不同水稻种植区采集萤蔺种子,根据采集地点将其命名为 18 个种群。

供试的 9 种替代药剂和对照药剂 10%吡嘧磺隆的有效用量和生产厂家详见表 1。

收稿日期:2022-12-03

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”-农作物有害生物 5G 预警及统防统治(HNK2019CX14)。

第一作者:王春(1979—),男,硕士,副研究员,从事有害生物综合防治研究。E-mail:chunharbin@aliyun.com。

通信作者:黄元炬(1970—),男,硕士,副研究员,从事有害生物综合防治研究。E-mail:huangyuanju@163.com。

表 1 试验药剂用量及生产厂家

处理	供药药剂	制剂用量	有效成分用量/ (g·hm <sup>-2</sup> )	剂型	生产厂家
1	22%五氟磺草胺	135 mL·hm <sup>-2</sup>	29.7	悬浮剂	科迪华农业科技有限责任公司
2	460 g·L <sup>-1</sup> 2 甲·灭草松	2505 mL·hm <sup>-2</sup>	1152.3	可溶液剂	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司
3	3%氟氯吡啶酯	1200 mL·hm <sup>-2</sup>	18.0	乳油	科迪华农业科技有限责任公司
4	480 g·L <sup>-1</sup> 灭草松	3000 mL·hm <sup>-2</sup>	1440.0	水剂	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司
5	19%氟酮磺草胺	180 mL·hm <sup>-2</sup>	34.2	悬浮剂	拜耳股份公司
6	13% 2 甲 4 氯钠盐	6930 g·hm <sup>-2</sup>	900.9	水剂	浙江省杭州宇龙化工有限公司
7	25%双环磺草酮	900 mL·hm <sup>-2</sup>	225.0	悬浮剂	日本史迪士生物科学株式会社
8	33%噻吡磺隆	300 g·hm <sup>-2</sup>	99.0	水分散粒剂	日产化学株式会社
9	10%硝磺草酮	900 mL·hm <sup>-2</sup>	90.0	悬浮剂	黑龙江省哈尔滨利民农化技术有限公司
10	10%吡嘧磺隆(对照药剂)	300 g·hm <sup>-2</sup>	30.0	可湿性粉剂	日产化学株式会社

1.2 方法

1.2.1 萤蔺对吡嘧磺隆抗性水平的整株测定

参照汪涛等<sup>[6]</sup>的整株剂量反应测试法,将各种群的萤蔺种子分别置于 4℃冰箱浸泡 12 h,于 36℃恒温水浴锅中浸泡 48 h,每隔 12 h 换水 1 次。待种子发芽冒出白尖后,每个花盆播种 20~25 粒种子,置于温室培育。待萤蔺生长至 3~4 叶期,对萤蔺分别喷施(7.5,15.0,30.0,90.0 和 270.0 g·hm<sup>-2</sup>)吡嘧磺隆,3 次重复。药后 30 d 剪取萤蔺地上部分,称量鲜重。

杂草鲜重抑制率(%)=(空白对照杂草鲜重—处理杂草鲜重)/空白对照杂草鲜重×100

根据杂草鲜重抑制率机率值(y)和剂量对数值(x)求得毒力回归方程(y=bx+a)及 ED<sub>50</sub>,进而计算供试杂草种群的抗性指数(Resistance Index, RI)。

$$RI=[\text{抗药性种群 } ED_{50}]/[\text{敏感种群 } ED_{50}]$$

抗性水平判定标准:敏感种群(1≤RI<5),低抗种群(5≤RI<10),中抗种群(10≤RI<50),高抗种群(RI≥50)<sup>[9]</sup>。

1.2.2 筛选防除萤蔺的有效替代除草剂

盆栽筛选:将未使用过除草剂、风干过筛的土壤装入直径 23 cm、高 18 cm 的塑料桶,浇足底水,耙平土壤表面,每桶播种 20~25 粒萤蔺种子,再覆盖 1 cm 厚过筛风干土。进行正常水分管理,待萤蔺大部分露出水层之后,花茎高度约为 7~9 cm 时,保持浅水层。将表 1 中供试药剂,用喷雾器进行茎叶喷雾处理,3 次重复,以清水处理为对照,药

后 15 d 调查株防效,30 d 后再次调查株防效,并剪取地上部分,称量鲜重,计算鲜重抑制率和防除率。

田间筛选:设表 1 中供试药剂,对照药剂空白对照,共 11 个处理,4 次重复,小区按随机区组排列,小区面积 20 m<sup>2</sup>。茎叶处理后 1~10 d,不定期进行安全性调查,施药后 15 d 第一次调查株防效,30 d 后第二次调查杂草株数防效及鲜重防效。每小区调查 4 点,采用 Z 字形取样法,每点 0.25 m<sup>2</sup>,记录杂草萤蔺株数,鲜重调查时分别称取杂草萤蔺的鲜重,取 4 点平均数,分别计算杂草萤蔺的株数防效或鲜重防效。

株防效(%)=(对照区杂草株数—处理区杂草株数)/对照区杂草株数×100

鲜重防效(%)=(对照区杂草鲜重—处理区杂草鲜重)/对照区杂草鲜重×100

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2013 进行数据整理,利用 SPSS 22.0 统计软件对所得结果进行方差分析,差异显著性分析采用 Duncan's 新复极差法,P<0.05 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同种群萤蔺种子的采集

大庆市(种群 Sj1)的萤蔺种子采集于非耕地,其余种群采集于佳木斯市(种群 Sj2)、绥化市(种群 Sj3)、牡丹江市(种群 Sj4)、哈尔滨市(种群 Sj5~Sj18)等主要水稻种植区多年用药地块,采用五点取样法采集足量成熟种子,自然晾干后装入信封纸袋,常温贮存备用。

表 2 不同萤蔺种群采集地点及使用吡嘧磺隆的历史情况

编号	采集地点	吡嘧磺隆使用历史
Sj1	大庆市肇源县超等乡共和村	未使用
Sj2	佳木斯市桦南县土龙山镇	>15 年
Sj3	绥化市庆安县庆安镇	>15 年
Sj4	牡丹江市西安区海南乡	>15 年
Sj5	哈尔滨市方正县沙河子煤矿	>15 年
Sj6	哈尔滨市五常市民乐乡	>15 年
Sj7	哈尔滨市阿城区亚沟镇	>15 年
Sj8	哈尔滨市方正县大罗密镇中兴村	>15 年
Sj9	哈尔滨市方正县德善乡丰裕村	>10 年
Sj10	哈尔滨市方正县德善乡双凤村-1	>10 年
Sj11	哈尔滨市方正县德善乡双凤村-2	>10 年
Sj12	哈尔滨市方正县德善乡双凤村-3	>10 年
Sj13	哈尔滨市方正县德善乡正义村	>10 年
Sj14	哈尔滨市方正县宝兴乡新民村-1	>10 年
Sj15	哈尔滨市方正县宝兴乡新民村-2	>10 年
Sj16	哈尔滨市方正县天门乡新兴村	>10 年
Sj17	哈尔滨市方正县天门乡大兴村-1	>10 年
Sj18	哈尔滨市方正县天门乡大兴村-2	>10 年

2.2 不同萤蔺种群对吡嘧磺隆的抗性水平

由表 3 可知,其中 Sj1 采自从未使用过吡嘧磺隆的非耕地,ED<sub>50</sub> 为 13.84 g·hm<sup>-2</sup>,对吡嘧磺隆敏感性最强,确定该种群为敏感种群。18 个种群中有 4 个种群(Sj6、Sj7、Sj8、Sj11)对吡嘧磺隆产生了抗性,其中 Sj7、Sj8、Sj11 对吡嘧磺隆抗性水平为中抗,抗性指数分别为 13.60、11.42 和 10.41,

ED<sub>50</sub> 分别为 188.29、158.14 和 144.14 g·hm<sup>-2</sup>;Sj6 对吡嘧磺隆为低抗水平,其抗性指数为 7.48;其余 13 个种群为敏感种群,抗性指数为 2.03~3.16。

2.3 不同供试药剂对盆栽萤蔺的防效

由表 4 可知,与对照药剂 10%吡嘧磺隆相比,供试药剂中有 6 种药剂对盆栽萤蔺的防效较好,3 种防效低于对照药剂。在药后 15 d,460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松、480 g·L<sup>-1</sup> 灭草松、13% 2 甲 4 氯钠盐、25% 双环磺草酮、33% 噻吡嘧磺隆和 10% 硝磺草酮药剂对萤蔺的株防效显著高于 10% 吡嘧磺隆的防效,其中 460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松、25% 双环磺草酮和 33% 噻吡嘧磺隆防效达到 90% 以上,而 22% 五氟磺草胺、3% 氯氟吡啶酯和 19% 氟酮磺草胺对萤蔺的防效显著低于 10% 吡嘧磺隆。在药后 30 d,460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松、480 g·L<sup>-1</sup> 灭草松、13% 2 甲 4 氯钠盐、25% 双环磺草酮、33% 噻吡嘧磺隆和 10% 硝磺草酮对萤蔺的株防效和鲜重防效都显著大于 10% 吡嘧磺隆,其中 460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松、480 g·L<sup>-1</sup> 灭草松、25% 双环磺草酮和 33% 噻吡嘧磺隆株防效和鲜重防效达到 90% 以上。对萤蔺的综合防治效果为 33% 噻吡嘧磺隆>25% 双环磺草酮>460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松>480 g·L<sup>-1</sup> 灭草松>10% 硝磺草酮>13% 2 甲 4 氯钠盐>10% 吡嘧磺隆。

表 3 不同萤蔺种群对吡嘧磺隆的抗性水平

种群	回归方程	相关系数 R <sup>2</sup>	ED <sub>50</sub> /(g·hm <sup>-2</sup> )	抗性指数
Sj1	y=3.0805x+1.4844	0.9344	13.84	1.00
Sj2	y=1.6376x+2.6284	0.9616	28.07	2.03
Sj3	y=1.7186x+2.4241	0.9917	31.54	2.28
Sj4	y=1.6544x+2.5628	0.9625	29.73	2.15
Sj5	y=1.7135x+2.3962	0.9623	33.08	2.39
Sj6	y=1.3475x+2.2844	0.9789	103.58	7.48
Sj7	y=1.3034x+2.0350	0.9505	188.29	13.60
Sj8	y=1.2329x+2.2888	0.9490	158.14	11.42
Sj9	y=1.7811x+2.1534	0.9624	39.65	2.86
Sj10	y=1.7551x+2.2794	0.9543	35.49	2.56
Sj11	y=1.1928x+2.4250	0.9585	144.14	10.41
Sj12	y=1.7670x+2.3304	0.9633	32.42	2.34
Sj13	y=1.8887x+1.9004	0.9755	43.77	3.16
Sj14	y=1.6486x+2.5684	0.9622	29.85	2.16
Sj15	y=1.6822x+2.4880	0.9616	31.14	2.25
Sj16	y=1.6734x+2.4923	0.9602	31.52	2.28
Sj17	y=1.6150x+2.6538	0.9548	28.36	2.05
Sj18	y=1.7708x+2.3090	0.9647	33.09	2.39

表 4 不同药剂对盆栽萤蔺的防除效果

处理	供试药剂	有效成分用量/ (g·hm <sup>-2</sup> )	15 d 株防效/%	30 d 株防效/%	30 d 鲜重防效/%
1	22%五氟磺草胺	29.7	63.8 ef	66.3 f	68.9 de
2	460 g·L <sup>-1</sup> 2 甲·灭草松	1152.3	90.0 ab	93.8 b	95.9 ab
3	3%氯氟吡啶酯	18.0	61.3 f	65.0 f	66.0 e
4	480 g·L <sup>-1</sup> 灭草松	1440.0	87.5 bc	90.0 c	95.1 ab
5	19%氟酮磺草胺	34.2	67.5 e	67.5 f	71.9 d
6	13% 2 甲 4 氯钠盐	900.9	83.8 c	85.0 d	92.1 b
7	25%双环磺草酮	225.0	90.0 ab	95.0 ab	97.5 a
8	33%噻吡嘧磺隆	99.0	95.0 a	97.5 a	98.2 a
9	10%硝磺草酮	90.0	86.3 bc	88.8 c	91.1 b
10	10%吡嘧磺隆(对照药剂)	30.0	75.0 d	77.5 e	82.1 c
11	空白对照	-	0	0	0

注:表中数据为 3 次重复平均值。不同小写字母表示处理间在  $P<0.05$  水平差异显著。

2.4 不同供试药剂对萤蔺的田间防除效果

由表 5 可知,与对照药剂 10%吡嘧磺隆相比,供试药剂中有 6 种药剂对田间萤蔺的防效较好,3 种防效低于对照药剂。在药后 15 d,460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松、480 g·L<sup>-1</sup>灭草松、13% 2 甲 4 氯钠盐、25%双环磺草酮、33%噻吡嘧磺隆和 10%硝磺草酮对萤蔺的株防效显著高于 10%吡嘧磺隆,其中 25%双环磺草酮和 33%噻吡嘧磺隆防效达到 90%以上;22%五氟磺草胺、3%氯氟吡啶酯和 19%氟酮磺草胺对萤蔺的株防效显著小于 10%

吡嘧磺隆,都在 63%以下。在药后 30 d,460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松、480 g·L<sup>-1</sup>灭草松、13% 2 甲 4 氯钠盐、25%双环磺草酮、33%噻吡嘧磺隆和 10%硝磺草酮对萤蔺的株防效和鲜重防效都显著大于 10%吡嘧磺隆,其中 460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松、25%双环磺草酮和 33%噻吡嘧磺隆对萤蔺的株防效和鲜重防效达到 90%以上。对萤蔺的综合防治效果为 33%噻吡嘧磺隆>25%双环磺草酮>460 g·L<sup>-1</sup> 2 甲·灭草松>480 g·L<sup>-1</sup>灭草松>10%硝磺草酮>13% 2 甲 4 氯钠盐>10%吡嘧磺隆。

表 5 不同药剂对田间萤蔺的防除效果

处理	供试药剂	有效成分用量/ (g·hm <sup>-2</sup> )	15 d 株防效/%	30 d 株防效/%	30 d 鲜重防效/%
1	22%五氟磺草胺	29.7	60.6 ef	62.7 ef	69.5 fg
2	460 g·L <sup>-1</sup> 2 甲·灭草松	1152.3	89.0 b	90.2 b	97.0 ab
3	3%氯氟吡啶酯	18.0	58.6 f	60.7 f	67.2 g
4	480 g·L <sup>-1</sup> 灭草松	1440.0	88.0 b	89.2 b	92.5 bcd
5	19%氟酮磺草胺	34.2	62.9 e	64.9 e	73.5 f
6	13% 2 甲 4 氯钠盐	900.9	83.4 c	84.5 c	89.3 d
7	25%双环磺草酮	225.0	91.8 a	93.1 a	96.3 abc
8	33%噻吡嘧磺隆	99.0	93.9 a	94.1 a	98.5 a
9	10%硝磺草酮	90.0	83.9 c	85.5 c	91.8 cd
10	10%吡嘧磺隆(对照试剂)	30.0	73.4 d	75.2 d	83.4 e
11	空白对照	-	0	0	0

注:表中数据为 4 次重复平均值。不同小写字母表示处理间在  $P<0.05$  水平差异显著。



### 3 讨论

稻田由于长期的水生环境,导致主要以湿生、水生杂草为其独特的优势杂草种群,且在长期使用较单一的除草剂品种后,杂草易产生抗药性<sup>[10]</sup>。杂草抗药性是长期使用除草剂的选择压造成的,其使杂草个体从敏感型变成抗性型,继而整个种群成为抗性种群。杂草的抗药性监测是预警、迟滞杂草抗性快速增长的有效手段,也为合理应用除草剂提供了理论依据。马国兰等<sup>[11]</sup>采用整株生物测定法测定了中国7省70地稻区的田间稗草种群对五氟磺草胺的抗性,结果表明所监测的稗草种群对五氟磺草胺均产生了不同程度的抗性,其中高抗种群达50.0%,中抗种群达47.1%,低抗种群为2.9%,无敏感种群。该研究揭示了中国主要稻区田间稗草种群对五氟磺草胺的抗性现状,为合理应用ALS抑制剂类除草剂五氟磺草胺防控稻田稗草提供了理论依据。本研究采用整株剂量反应法测定18个萤蔺种群的抗药性水平,发现其中有4个抗药性种群,占23.5%,表明吡嘧磺隆在黑龙江省多地稻田存在一定抗性风险,与刘亚光等<sup>[7-8]</sup>对黑龙江部分稻田萤蔺抗性的调查结果一致;同时也发现不同采集地的抗药性种群抗性水平差异明显,这可能与不同种植地的用药史、施药量、生态环境等多种因素导致的除草剂较高选择压力有关。

在所选用的替代药剂中,33%噻吡嘧磺隆水分散粒剂是由日产化学株式会社开发的新一代磺酰脲类除草剂,可有效防治水稻移栽田一年生莎草科杂草、多年生阔叶杂草及幼龄稗草<sup>[12]</sup>。25%双环磺草酮悬浮剂是由日本史迪士生物科学株式会社研发的新颖双环辛烷类水稻田用芽后除草剂,该化合物具有双环及苯硫醚的独特结构且杀草谱广<sup>[13]</sup>。这两种除草剂对磺酰脲类除草剂的抗性杂草十分有效。 $460\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 2甲·灭草松可溶液剂是由巴斯夫植物保护有限公司生产,其对水稻直播田阔叶杂草及莎草科杂草均有较好防效。本试验通过盆栽试验和田间试验进行萤蔺的防除药剂筛选,发现6种药剂株防效和鲜重防效好于对照药剂,10%吡嘧磺隆,综合防治效果为33%噻吡嘧磺隆>25%双环磺草酮> $460\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 2甲·灭草松> $480\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 灭草松>10%硝磺草酮>13%2甲4氯钠盐>10%吡嘧磺隆,其中33%噻吡嘧磺隆、25%双环磺草酮和 $460\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 2甲·灭草松对萤蔺的盆栽和田间株防效和鲜重防效均达到90%以上,与张建萍等<sup>[14]</sup>、齐萌等<sup>[15]</sup>和俞才军等<sup>[16]</sup>

分别应用33%噻吡嘧磺隆水分散粒剂、25%双环磺草酮悬浮剂和 $460\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 2甲·灭草松可溶液剂防除稻田一年生或多年生莎草科杂草效果一致。

### 4 结论

根据盆栽整株测定结果,黑龙江省稻区部分萤蔺种群对吡嘧磺隆产生了中等水平以下抗性,特别是阿城和方正部分地区稻田萤蔺对吡嘧磺隆存在中度水平抗性风险,建议避免单一使用吡嘧磺隆,轮换使用不同作用机制的除草剂,以延迟抗药性杂草的产生。替代药剂筛选试验选出的33%噻吡嘧磺隆水分散粒剂、25%双环磺草酮悬浮剂和 $460\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 2甲·灭草松可溶液剂对萤蔺的盆栽和田间株防效及鲜重防效达到90%以上,推荐用于水稻生产中防除稻田萤蔺。

### 参考文献:

- [1] 李大林,刘成才,李修平,等.黑龙江省水稻生产存在的问题与建议[J].黑龙江农业科学,2015(1):23-26.
- [2] 何锦豪,王美玲.稻田杂草萤蔺的生物学特性及其防除[J].杂草科学,1989(4):4-5,41.
- [3] 付丹妮,赵铂锤,陈彦,等.东北稻田野慈姑对吡嘧磺隆抗性研究[J].中国植保导刊,2018,38(1):17-23.
- [4] 师慧.黑龙江省水田萤蔺对ALS抑制剂的抗药性研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2016:1-14.
- [5] 张淑东,张双,王禹博,等.稻田萤蔺对吡嘧磺隆的抗药性[J].农药,2019,58(8):621-624.
- [6] 汪涛,邓云艳,杜颖,等.稻田杂草萤蔺对吡嘧磺隆的抗药性机理[J].农药,2021,60(3):230-234.
- [7] 刘亚光,魏超月,张正南,等.黑龙江省部分稻田萤蔺种群对吡嘧磺隆的抗药性分析[J].南方农业学报,2019,50(3):570-577.
- [8] 刘亚光,李敏,李威,等.黑龙江省萤蔺对吡嘧磺隆和吡嘧磺隆抗性测定[J].东北农业大学学报,2015,46(10):29-36.
- [9] 高兴祥,李美,高宗军,等.山东省小麦田播娘蒿对苯磺隆的抗性测定[J].植物保护学报,2014,41(3):373-378.
- [10] 董立尧,高原,房加鹏,等.我国水稻田杂草抗药性研究进展[J].植物保护,2018,44(5):69-76.
- [11] 马国兰,刘都才,张帅,等.稻田稗属杂草田间种群对五氟磺草胺的抗性监测[J].农药学报,2021,23(5):905-914.
- [12] 筱禾.新颖除草剂噻吡嘧磺隆(metazosulfuron)[J].世界农药,2017,39(1):58-61.
- [13] 张一宾.除草剂双环磺草酮的研究开发[J].世界农药,2006(2):9-14.
- [14] 张建萍,宋晓群,唐伟,等.33%噻吡嘧磺隆水分散粒剂在机直播稻“播喷同步”机械除草新技术中的应用[J].黑龙江农业科学,2018(7):54-57.
- [15] 齐萌,王亚楠,康占海,等.25%双环磺草酮悬浮剂防除水稻移栽田杂草的效果与安全性[J].杂草科学,2014,32(1):120-123.
- [16] 俞才军,陈时健,薛金龙. $460\text{ g/L}$ 2甲·灭草松可溶液剂防除水稻直播田杂草药效试验简报[J].上海农业科技,2021(3):128-129,132.

## Resistance Detection of *Scirpus juncoides* Roxb. to Pyrazosulfuron-Ethyl and the Screening of Herbicides in Rice Fields from Heilongjiang Province

WANG Chun, WANG Qian, HUANG Yuanju, WANG Yu, JIANG Xifeng

(Institute of Plant Pathology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pest in Harbin, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to promote the resistance control of *Scirpus juncoides* Roxb. in Heilongjiang rice region, this study aims to clarify the resistance level of *S. juncoides* in rice fields from Heilongjiang Province to pyrazosulfuron-ethyl and screen effectively herbicides as a substitute for pyrazosulfuron-ethyl in controlling *S. juncoides*. Whole plant dose response was used to detect the resistance of 18 *S. juncoides* Roxb. populations which were collected from Heilongjiang Province to pyrazosulfuron-ethyl. The control efficacy of 9 herbicides against *S. juncoides* was tested by greenhouse experiments and field trials. The results of whole plant dose response showed that there were four populations out of eighteen tested populations which were resistant to pyrazosulfuron-ethyl and the resistance indexes of resistant *S. juncoides* populations including Sj6, Sj7, Sj8 and Sj11 were 7.48, 13.60, 11.42 and 10.41, respectively. In addition, the resistance indexes of other 13 sensitive *S. juncoides* populations were 2.03-3.16. The greenhouse and field trials showed that the control effect of 6 herbicides were all better than pyrazosulfuron-ethyl 10% WP, in which the control efficacy of 3 herbicides including metazosulfuron 33% WG, benzobicyclon 25% SC and MCPA·bentazone 460 g·L<sup>-1</sup> SL on weed density and fresh weight after spraying 30 d were all greater than 90%. In summary, because the resistance of some *S. juncoides* populations in rice fields from Heilongjiang Province to pyrazosulfuron-ethyl has been from low to medium level, we suggest that *S. juncoides* in rice fields could be controlled by applying metazosulfuron 33% WG, benzobicyclon 25% SC and MCPA·bentazone 460 g·L<sup>-1</sup> SL.

**Keywords:** *Scirpus juncoides* Roxb.; pyrazosulfuron-ethyl; weed resistance; screening of herbicide

(上接第 43 页)

## Occurrence Regularity of *Ostrinia furnacalis* (Guenée) in Harbin Area

LIU Xinglong, WANG Keqin, WANG Xiaoxi, WANG Yu, WANG Chun

(Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Harbin, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to control *Ostrinia furnacalis* better in the field, the occurrence regularity of *O. furnacalis* in the field was studied in Harbin. The development progress of the overwintering generation of larvae was investigated by dissecting the corn stalks in spring, and the dynamics of male adults were monitored by using sex pheromone. The results suggested that the overwintering base of *O. furnacalis* in Harbin district from 2019 to 2021 was 8.6-9.5 pre 100 stems, and the survival rate was 85.0%-89.1%. The initial pupation period was about May 20, the full incidence period of pupation was from May 26 to June 18, the peak pupation period was about June 10, and the initial eclosion period was about May 27. The peak period of overwintering generation of male *O. furnacalis* in the field was from June 17 to June 24. Based on the above results, the occurrence regularity of *O. furnacalis* in Harbin district was the overwintering generation of *O. furnacalis* began to pupate in the middle and late May, the peak of pupation in the early to middle of June, at the end of May began to eclosion, and the male adult moths appeared in the field in the middle and late June. The peak period of the second generation male adult moths in the field occurred in the late July to the middle of August.

**Keywords:** *Ostrinia furnacalis*; Harbin Area; occurrence regularity