

文章编号: 1001-411X(2002)02-0033-04

我国中部和南方稻区稗草对二氯喹啉酸的抗药性研究

李拥兵, 黄华枝, 黄炳球, 赵京斌

(华南农业大学昆虫毒理研究室, 广东 广州 510642)

摘要: 分别对湖南、湖北、广东、福建等稻区中的近 20 个地区稗草品系对二氯喹啉酸的抗性水平进行了系统鉴定, 结果表明: 湖南省安乡县稗草已对二氯喹啉酸产生了极明显的抗性, 以 50% 芽长抑制中浓度 IC_{50} 为标准, 其相对抗性比值高达 28.74; 湖南省常德市郊、汉寿县和湖北省黄梅县的稗草对二氯喹啉酸的抗药性也可能正在形成, 其相对抗性比值在 2.13~2.78 之间; 而广东省、福建省等一些地区的稗草尚未对二氯喹啉酸表现出抗性. 用等浓度效果法和茎叶喷雾处理法也同样一致的得到了此结果.

关键词: 稗草; 二氯喹啉酸; 抗药性

中图分类号: S451.23

文献标识码: A

稗草(*Echinochloa crusgalli*)是世界性十大恶性杂草之一, 是稻田、麦田和玉米地等重要草害. 在世界稻区中, 先后在希腊和美国阿肯色州发现抗敌稗的稗草生物型^[1], 在西班牙南部发现有抗二氯喹啉酸和莠去津的稗草生物型^[2]. 而我国稻区稗草对丁草胺和禾草丹这两种除草剂均表现出一定的抗性^[3], 但鲜见有稗草对二氯喹啉酸的抗性报道. 二氯喹啉酸(快杀稗, Quinclorac)是德国 BASF 公司 1984 年开发的一种新型选择性芽前、苗后除草剂, 主要防除稻田稗草、雨久花、水芹等杂草, 尤其对稗草有极高活性, 对 3~4 叶龄稗草也有明显的防效, 且用药后不必保持深水层, 故其适用范围及施用方法要比丁草胺、禾大壮等杀稗剂优越得多. 我国在 80 年代末期开始大面积推广使用该除草剂防除稻田杂草^[4, 5], 至今已连续广泛使用十几年. 本文着重报道湖南、广东、湖北等省区稻田稗草对二氯喹啉酸的抗药性水平的鉴定结果.

1 材料和方法

1.1 供试药剂和稗种

1.1.1 药剂 w 为 50% 二氯喹啉酸可湿性粉剂(杀稗王), 江苏省新沂中凯农用化工有限公司生产.

1.1.2 稗种 稗种于 2000 年 6~7 月从湖南安乡县、汉寿县、常德市郊、东安县、华容县、邵阳县、汝城县、炎陵县、城步县 9 个地区, 广东南雄县、高要县、龙川县、花都区 4 个地区, 湖北蕲春县, 福建顺昌县以及江西农业大学的双季稻区的早稻田采收; 另湖北省黄梅县、湖南省长沙市郊区的稗种于 2000 年 10 月从其第二季稻田采收; 稗种采回后, 晒干并装入纸袋于室内任其自然休眠. 待种子结束休眠后, 测其发芽

率, 供试稗种发芽率均大于 80%. 2001 年 3~5 月对稗草对二氯喹啉酸的抗性水平进行系统鉴定.

1.2 测定方法

1.2.1 琼脂法 首先将各样本稗种置于培养皿($d=12.5$ cm)内催芽 3~4 d, 然后将二氯喹啉酸配成 4.50、1.50、0.51、0.24、0.12 mg/L 的水溶液, 依次从低浓度到高浓度取 30 mL 上述浓度药液与 60 mL 沸腾琼脂水溶液(含 0.15 g/L 琼脂)混匀, 然后趁热均分倒入 3 个培养皿($d=7.5$ cm)中. 另加清水作为对照, 每个处理设置 3 个重复. 待琼脂冷却凝固后, 每皿选取 12 粒刚露白的稗种, 放入含有不同浓度梯度的二氯喹啉酸(1.50、0.50、0.17、0.08、0.04 mg/L)的 0.10 g/L 琼脂培养基质中, 胚芽向上并放置于同一方向, 架成 20° 角于 $(27 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 的人工光照培养室中培养, 每天光照: 黑暗 = 14 h : 10 h. 72 h 后取出, 去掉其中芽最长和最短植株后, 分别测量 10 株稗草芽长, 并计算株平均芽长, 再按公式(1)计算出抑制率, 将抑制率和试验浓度分别转化成机率值和对数值, 求出其毒力回归方程 $y = a + bx$. 50% 芽长抑制中浓度 IC_{50} (dose causing 50% reduction in shoot length)、相关系数 r 、 IC_{50} 的 95% 置信限和 IC_{90} . 将 IC_{50} 值最小的稗草品系定为敏感性生物型, 然后与各地稗草的 IC_{50} 进行比较, 按公式(2)求出相对抗性比系数 I_R . 比值越大, 抗性程度越高.

$$\text{抑制率} = \frac{\text{对照株平均芽长} - \text{处理株平均芽长}}{\text{对照株平均芽长}} \times 100\% \quad (1)$$

$$I_R = \frac{\text{抗性种群 } IC_{50}}{\text{敏感种群 } IC_{50}} \quad (2)$$

1.2.2 茎叶喷雾处理对稗草防效和抑制生长量比较法 各样本稗草采用小塑料盆($d=22$ cm)栽培,每盆20株,待3叶时期供试,将二氯喹啉酸分别配成下列浓度:400、200、100、50、25 mg/L,用手压式喷雾器进行茎叶处理,每盆喷药量5 mL,另喷清水5 mL作为对照,每个处理设置4个重复.处理20 d后,计数稗草的存活株数,求出株防效.剪取活株地上部分,洗净晾干,称其鲜质量,并求出株鲜质量、生长抑制率.然后将其置于烘箱中于 60°C 条件下烘烤72 h至恒质量后,取出称其干质量,并求出株干质量和其抑制率.

1.2.3 等浓度效果比较法(瓷盘法) 在长 \times 宽 \times 深=30 cm \times 20 cm \times 5 cm的瓷盘内装入泥浆,沉淀1 d,倒去水层,将每盆等分成8个小区,每个小区内接入各样本刚发芽露白的稗种35株,随机排列,每处理设3个重复.24 h后,每盘分别加入8、4、2、1 mg/L的二氯喹啉酸药液100 mL,然后置于玻璃网室内自然条件下培养,10 d后调查稗草的死亡情况和株鲜质量,并计算出其株防效和鲜质量抑制率.

2 结果与分析

2.1 湖南省稻区稗草对二氯喹啉酸抗性测定结果

采用琼脂法,湖南省稻区稗草对二氯喹啉酸抗性水平测定结果表明:以广州市花都区稗草作为敏

感型生物型,湖南省稻区稗草对二氯喹啉酸的 IC_{50} 抗性比值在1.05~28.74之间, IC_{90} 的相对抗性比值在1.18~474.85,其中安乡县稗草的 IC_{50} 和 IC_{90} 相对抗性比分别高达28.74和474.85,说明安乡县稻田稗草已对二氯喹啉酸产生了明显抗药性,达到高抗水平;常德市郊移栽田、汉寿县的稗草 IC_{50} 相对抗性比值分别是2.78和2.44, IC_{90} 的相对抗性比值分别为4.36和4.69,说明这两地稗草对二氯喹啉酸的抗性可能正在形成,而湖南省的城步县、东安县、邵阳县、汝城县等地区稗草的 IC_{50} 相对抗性比值在1.05~1.69之间,说明他们尚未对二氯喹啉酸产生明显的抗性(表1).

2.2 广东省及其他稻区稗草对二氯喹啉酸抗性水平测定结果

采用琼脂法测定了广东省及其他稻区稗草对二氯喹啉酸抗性水平,结果表明:以广州市花都区稗草作为敏感型生物型,广东省部分地区的稗草 IC_{50} 相对抗性比值在1.18~1.48, IC_{90} 的相对抗性比值在1.85~2.69之间,福建省顺昌县、江西农业大学稗草的 IC_{50} 相对抗性比值分别为1.45、1.22,说明他们对二氯喹啉酸尚未表现出抗性;而湖北省黄梅县稗草的 IC_{50} 相对抗性比值是2.13, IC_{90} 的相对抗性比值为5.44,说明他们对二氯喹啉酸的抗性可能正在逐步形成(表1).

表1 南方稻区稗草对二氯喹啉酸的抗性测定结果¹⁾

Tab. 1 The assay results of resistanc of barnyardgrass to quindlorac in the rice planting areas of South China

样本来源 areas of biotype	毒力回归方程 ($y = a + bx$) regression equation	相关系数 correlation coefficient	IC_{50}	IC_{50}	IC_{50} 抗性比	IC_{90}	IC_{90} 抗性比
			$/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	95%置信限 IC_{50} 95% F. L.	(R/S) IC_{50} ratio	$/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	(R/S) IC_{90} ratio
湖南东安县	$y = 5.572 + 1.271x$	0.967	0.355	0.241~0.521	1.46	3.615	2.55
湖南华容县	$y = 5.627 + 1.399x$	0.983	0.356	0.276~0.470	1.47	2.927	2.07
湖南汝城县	$y = 5.658 + 1.416x$	0.969	0.343	0.236~0.499	1.41	2.757	1.94
湖南炎陵县	$y = 5.871 + 1.833x$	0.919	0.335	0.201~0.556	1.38	1.674	1.18
长沙市郊区	$y = 5.649 + 1.650x$	0.961	0.404	0.281~0.582	1.66	2.419	1.70
湖南城步县	$y = 5.764 + 1.290x$	0.973	0.256	0.195~0.337	1.05	2.520	1.77
湖南邵阳县	$y = 5.427 + 1.102x$	0.966	0.410	0.292~0.575	1.69	5.971	4.21
湖南汉寿县	$y = 5.279 + 1.219x$	0.991	0.591	0.487~0.717	2.44	6.653	4.69
常德市郊 a ²⁾	$y = 5.228 + 1.331x$	0.948	0.674	0.453~1.003	2.78	6.189	4.36
常德市郊 b ²⁾	$y = 5.548 + 1.249x$	0.980	0.365	0.270~0.492	1.50	3.869	2.72
湖南安乡县	$y = 4.456 + 0.646x$	0.962	6.972	4.136~11.754	28.74	674.241	474.85
湖北靳春县	$y = 5.477 + 1.395x$	0.981	0.455	0.351~0.590	1.88	3.777	2.66
湖北黄梅县	$y = 5.313 + 1.091x$	0.984	0.516	0.384~0.694	2.13	7.729	5.44
福建顺昌县	$y = 5.452 + 0.998x$	0.968	0.353	0.241~0.517	1.45	6.784	4.78
江西农大	$y = 5.638 + 1.205x$	0.976	0.296	0.226~0.386	1.22	3.423	2.41
广东龙川县	$y = 5.639 + 1.172x$	0.971	0.285	0.202~0.403	1.18	3.538	2.49
广东南雄县	$y = 5.556 + 1.247x$	0.992	0.359	0.305~0.422	1.48	3.823	2.69
广东高要县	$y = 5.721 + 1.335x$	0.985	0.288	0.235~0.354	1.19	2.632	1.85
广州花都区	$y = 6.027 + 1.670x$	0.957	0.243	0.182~0.324	1.00	1.420	1.00

1) 温度(27 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$,以广州市花都区的稗种作为敏感型生物型; 2) a: 移栽田, b: 直播田

2.3 等浓度二氯喹啉酸杀稗效果

等浓度瓷盘法测定获得与琼脂法相同的结果(表 2): 广州市花都区稗草对二氯喹啉酸最为敏感, 使用 1、2、4、8 mg/L 浓度的二氯喹啉酸其防效都是 100.00%; 二氯喹啉酸对湖南省安乡县稻田稗草的防效很差, 在此系列浓度下(1~8 mg/L)株防效均在 40.00%以下, 鲜质量抑制率在 53.00%以下; 由此可见湖南安乡县稗草对二氯喹啉酸产生了极明显的抗性. 二氯喹啉酸对湖南省常德市郊和湖北省黄梅县两地区稻田稗草防效一般, 对其防效介于上述两者之间. 总体说来, 各处理浓度二氯喹啉酸对稗草的防效和鲜质量抑制率由高到低的顺序都是: 花都区 > 黄梅县 > 常德市郊 > 安乡县, 也就是说, 稗草对二氯喹啉酸的抗性程度由大到小依次为: 安乡县 > 常德市郊 > 黄梅县 > 花都区.

2.4 茎叶喷雾法测定二氯喹啉酸对稗草防效和生长量抑制结果

采用茎叶喷雾法, 相同浓度二氯喹啉酸对花都和安乡两地区稗草的防效和抑制生长量结果完全不同(表 3), 在高浓度(100~400 mg/L)下, 花都区稗草的株防效在 98.08%~100.00%, 而安乡县稗草的株防效均低于 27.00%. 另即便是使用高浓度(400 mg/L)二氯喹啉酸, 安乡县稗草鲜质量抑制率也只是 38.13%, 而低浓度二氯喹啉酸(25 mg/L)对花都区稗草的鲜质量抑制率也高达 73.30%, 说明安乡县稗草已对二氯喹啉酸产生了明显的抗性.

表 2 等浓度二氯喹啉酸对稗草防治效果¹⁾

Tab. 2 The control effects of the same dose quindorac against barnyardgrass

处理浓度 treatment dose /(mg·L ⁻¹)	样本 来源 ²⁾ areas of biotype	株防效 control effects/ %	鲜质量 <i>m</i> _{fresh} /(mg·株 ⁻¹)	鲜质量抑 制率 <i>m</i> _{fresh} inhibition rate/ %
CK	GD		59.63	
	HB		62.43	
	CD		49.13	
	AX		69.24	
1	GD	100.00 a	0	100.00 a
	HB	78.30 ab	4.88	92.18 a
	CD	53.53 bc	12.32	74.93 a
	AX	18.37 c	53.29	23.04 b
2	GD	100.00 a	0	100.00 a
	HB	82.75 a	2.12	96.60 a
	CD	75.51 a	7.56	84.62 a
	AX	32.33 b	48.56	29.87 b
4	GD	100.00 a	0	100.00 a
	HB	96.80 ab	0.58	99.07 a
	CD	96.42 ab	1.65	96.64 ab
	AX	36.72 b	38.46	44.45 b
8	GD	100.00 a	0	100.00 a
	HB	100.00 a	0	100.00 a
	CD	100.00 a	0	100.00 a
	AX	39.67 b	32.55	52.99 b

1) 试验期间日平均温度为 28.2 °C; 每处理为 3 个重复的平均值; 表内同一处理浓度的同一列数字后有相同字母表示差异不显著(SSR 测验, α=0.05); 2) 广州花都区、湖北黄梅县、湖南常德市郊、湖南安乡县分别以 GD、HB、CD、AX 表示

表 3 二氯喹啉酸对稗草防效和生长量抑制结果¹⁾

Tab. 3 The control effects and results of inhibition mass in growth of barnyardgrass after quindorac treatment

样本来源 areas of biotype	处理浓度 treatment dose /(mg·L ⁻¹)	株防效 control effects/ %	鲜质量 <i>m</i> _{fresh} /(mg·株 ⁻¹)	鲜质量抑制率 <i>m</i> _{fresh} inhibition rate/ %	干质量 <i>m</i> _{dry} /(mg·株 ⁻¹)	干质量抑制率 <i>m</i> _{dry} inhibition rate/ %
湖南安乡 AnXiang	0		269.27		40.57	
	25	12.73 a	220.59	18.08 a	38.78	4.41 a
	50	18.60 a	209.59	22.16 a	34.26	15.55 a
	100	20.37 a	203.81	24.13 a	33.17	18.24 a
	200	25.00 a	186.39	30.78 a	28.24	30.39 a
	400	26.98 a	166.61	38.13 a	26.51	34.66 a
广州花都 HuaDu	0		153.2		23.95	
	25	47.83 c	40.91	73.30 b	7.89	68.08 b
	50	78.04 b	15.60	89.82 a	2.62	89.06 a
	100	98.08 a	0.63	99.59 a	0.13	99.46 a
	200	100.00 a	0	100.00 a	0	100.00 a
	400	100.00 a	0	100.00 a	0	100.00 a

1) 试验期间日平均温度为 27.3 °C; 每处理为 4 个重复的平均值; 表内同一样本来源的同一列数字后具有相同字母的表示差异不显著(SSR 测验, α=0.05)

3 结论和讨论

3.1 试验期间采用3种不同的鉴定方法,结果一致性的显示:湖南省安乡县稗草对二氯喹啉酸产生了明显的抗性,以50%芽长抑制中浓度 IC_{50} 为标准,其相对抗性比值高达28.74;湖南省常德市郊、汉寿县和湖北省黄梅县的稗草对二氯喹啉酸的抗药性也可能正在形成,其相对抗性比值分别为2.78、2.44和2.13;广东省地区稗草尚未对二氯喹啉酸表现出抗性。

3.2 上述抗性结果表明,稗草对二氯喹啉酸抗药性水平与使用除草剂的品种、时间、次数和剂量息息相关,抗性水平与除草剂使用时间呈正相关,使用时间越长的地区,对其抗性越高。在防除稻田稗草方面,湖南省安乡县在1991年开始推广使用二氯喹啉酸防治稻田稗草,其后安乡县稻区大面积使用二氯喹啉酸和苄嘧磺隆(bensulfuron-methyl)混剂防治稻田杂草,安乡县为双季稻区,常年种植水稻,每年用药2次,在使用二氯喹啉酸10a后,该稻区稗草已对二氯喹啉酸产生了极明显的抗性。广东省各地区主要使用丁草胺,在80年代早期开始使用,每年习惯于使用丁草胺2次,而接受和使用其他除草剂需要一个过程和一定时间,故广东省的稗草对二氯喹啉酸仍很敏感,但对丁草胺具有一定的抗性^[9]。说明在一地区长期单一使用某一类除草剂,易使杂草对该类除草剂产生抗性。故现今在防除稻田稗草时,一地应尽可能的选用多种除草剂和换用其他“新”的除草剂,

这样可延缓或克服稗草的抗药性。

3.3 本研究结果表明,稗草抗性生态型已在我国使用二氯喹啉酸较多的地区形成,而现今二氯喹啉酸或其混剂仍为我国稻区稗草的主要防治药剂之一,加强我国稻区稗草对二氯喹啉酸的抗药性监测,明确我国各稻区稗草对二氯喹啉酸的抗药水平,已到了刻不容缓的时候,应对此引起足够的重视。

3.4 现今已明确在我国稻区存在对二氯喹啉酸具有明显抗性的稗草生物型,至于该稗草抗性生物型是否对其他除草剂具有交互抗性、其抗性机制如何还有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] CAREY V F, DUKE S O, HOAGLAND R E, et al. Resistance mechanism of propanil-resistant barnyardgrass: I. Absorption and site of action [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 1995, 52 (3): 182-189.
- [2] NURIA L M, GEORGE M, RAFAEL D P. Resistance of barnyardgrass to atrazine and quinclorac [J]. Pesticide Science, 1997, 51: 171-175.
- [3] 黄炳球,王小艺. 我国稻区稗草的抗药性值得重视 [J]. 植物保护, 2001, 26(1): 36-38.
- [4] 朴亨三,付迎春,穆瑞娜,等. 快杀稗(Bas514, H)防除稻田杂草的研究 [J]. 杂草学报, 1991, (2): 36-40.
- [5] 苏瑞芳,阮海根. 快杀稗防除直播稻田稗草的研究 [J]. 杂草学报, 1991, 5(3): 32-38.
- [6] 黄炳球,李双权,黎明东,等. 广东省稻田稗草的抗药性状况研究 [J]. 广东农业科学, 1995, 3: 41-44.

Studies on Resistance of *Echinochloa crusgalli* to Quinclorac in the Rice Plantation in South and Middle China

LI Yong-bing, HUANG Hua-zhi, HUANG Bing-qiu, ZHAO Jing-bin
(Lab. Of Insect Toxicology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The resistance of *Echinochloa crusgalli* (barnyardgrass) to quinclorac was determined in 20 rice-planted areas in south and middle China. The results showed that the quinclorac IC_{50} value (dose causing 50% reduction in shoot length) for the resistance biotype in Anxiang county of Hunan province was 28.74-fold greater than the standards biotype. It was obvious that the biotype in Anxiang county was highly resistant to quinclorac. The resistance of barnyardgrass to quinclorac was being developed in those areas, such as Changde county and Hanshou county of Hunan province, Huangmei county of Hubei province, the quinclorac IC_{50} value (dose causing 50% reduction in shoot length) for those were 2.13~2.78. However, all of the biotypes in Guangdong province were susceptible to quinclorac. The results of the resistance of barnyardgrass to quinclorac were also demonstrated by two other methods.

Key words: *Echinochloa crusgalli*; quinclorac; resistance

【责任编辑 周志红】