

中国北方部分冬麦区猪殃殃对 苯磺隆的抗性水平

彭学岗 王金信* 段 敏 杨纪辉

(山东农业大学植物保护学院, 泰安 271018)

摘要: 采用温室盆栽法和培养皿法分别测定7省14个县市14块麦田的猪殃殃潜在抗药性生物型和临近非耕地敏感生物型对苯磺隆的抗性水平。温室盆栽法试验结果表明,除河北省石家庄、山西省太原、陕西省周至、山东省泰安采集点麦田猪殃殃生物型对苯磺隆仍处于敏感状态外,其它地区麦田猪殃殃均产生了不同程度的抗药性,抗性倍数在1.6~4.3之间,其中河南省许昌采集点抗药性最高,达4.3倍,安徽省太和、陕西省华县采集点抗药性最低,抗性倍数均为1.6;培养皿法试验结果表明,河南省许昌采集点抗药性较高,抗性倍数为2.2,而安徽省太和、陕西省华县采集点抗药性较低,抗性倍数分别为1.9和1.7。两种方法的抗性趋势基本一致。

关键词: 猪殃殃; 苯磺隆; 抗药性

The resistance to tribenuron-methyl in *Galium aparine* in winter wheat fields in northern China

Peng Xuegang Wang Jinxin* Duan Min Yang Jihui

(College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shandong Province, China)

Abstract: In order to evaluate the resistance of *Galium aparine* to tribenuron-methyl, 14 potential resistant biotypes were collected from winter wheat fields of 14 counties or cities in Shandong, Shanxi, Henan, Hebei, Jiangsu, Shaanxi, and Anhui Provinces, and 14 susceptible biotypes were correspondingly collected from the nearby non-farming lands never applied herbicides. Greenhouse pot tests and the quick-test in Petri dish were conducted to detect the resistance level. The results of greenhouse pot tests showed that except for the potential resistant biotypes from the collecting sites of Shijiazhuang, Hebei Province, Taiyuan, Shanxi Province, Zhouzhi, Shaanxi Province, and Tai'an, Shandong Province, all the other potential resistant biotypes evolved resistance to tribenuron-methyl, with a resistance factor ranging from 1.6 to 4.3, with the highest 4.3 in the collecting site of Xuchang, Henan Province and the lowest 1.6 in the collecting sites of Taihe, Anhui Province and Huaxian, Shaanxi Province. The resistance in the collecting site of Xuchang, Henan Province is relatively higher than those in the collecting sites of Taihe, Anhui Province and Huaxian, Shaanxi Province, with a resistance factor 2.2, 1.9, 1.7 respectively. The results of the quick-test in Petri dish are in accordance with those of greenhouse pot tests on the whole.

Key words: *Galium aparine*; tribenuron-methyl; herbicide resistance

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划(2006BAD08A09)

作者简介:彭学岗,男,1983年生,硕士研究生,研究方向为除草剂抗药性, email: xgp19830221@163.com

* 通讯作者(Author for correspondence), email: wangjx@sdau.edu.cn

收稿日期:2008-04-14

猪殃殃 *Galium aparine*, 茜草科猪殃殃属杂草, 一年生或越年生, 攀援或蔓生, 叶 4~8 片轮生, 种子繁殖。主要分布于黄河以南各省, 在长江流域稻麦区发生危害尤为严重, 华北和东北也有部分地区发生, 主要危害冬小麦、冬油菜等作物。

我国小麦种植面积约 3 000 万 hm^2 , 草害面积约占 30%。长城以南, 六盘山以东, 秦岭、淮河以北的北方冬麦区是全国最大的小麦集中产区和消费区, 小麦播种面积和产量约占全国的 2/3。化学除草是麦田杂草防除的主要手段, 然而除草剂的长期、大量使用, 容易使一些杂草产生抗性或交互抗性。抗药性杂草给作物生产造成严重威胁, 抗性管理日趋重要^[1]。

截止到 2008 年 8 月, 世界上报道的抗药性杂草已达 185 种, 其中 ALS 抑制剂 95 种。Hall 等^[2]报道, 猪殃殃的近缘种光果猪殃殃 *Galium spurium* 对乙酰乳酸合成酶 (acetolactate synthase, ALS) 抑制剂和二氯喹啉酸 (quinclorac) 均产生了抗药性。我国吴明根等^[3-4]报道, 延边地区及周围稻田雨久花 *Monochoria korsakowii*、野慈姑 *Sagittaria montevidensis* 对磺酰脲类除草剂表现出很强的抗性。

苯磺隆 (tribenuron-methyl) 是我国麦田杂草防除的主要品种之一, 可有效防除阔叶杂草, 如播娘蒿、荠菜等, 但是, 其作用位点单一, 容易产生抗性^[5-6]。许贤等^[7]报道, 河北省一些麦田的播娘蒿 *Descurainia sophia* 对苯磺隆产生了抗药性。唐贵章等^[8]发现, 苯磺隆防除麦田猪殃殃不论冬前施药还是春季施药, 效果均不理想。毛海艳等^[9]发现, 苯磺隆对猪殃殃的防效下降, 并指出阔草隆是良好的替代品种。有鉴于此, 作者采用温室盆栽法和培养皿法, 研究了北方冬麦区猪殃殃对苯磺隆的抗药性水平。

1 材料与方法

1.1 材料

75% 苯磺隆水分散粒剂, 江苏健神生物农化有限公司; 98% 苯磺隆原粉, 山东华阳科技股份有限公司。

14 个麦田猪殃殃潜在抗药性生物型和 14 个非耕地未用药相对敏感生物型, 于 2007 年 5 月采自晋、冀、鲁、豫、苏、皖、陕 7 省北方冬小麦产区。采集地点与用药历史见表 1。

表 1 猪殃殃采集地点与苯磺隆用药历史

Table 1 The collecting sites of *Galium aparine* and their background of tribenuron-methyl application

采样地点 Collecting site	采集地块的用药历史 Background of herbicide application of the collecting fields	麦田猪殃殃发生历史 The history of <i>Galium aparine</i> occurring in wheat field
河南周口 Zhoukou, Henan	约 10 年 About 10 years	近 5 年麦田发生 Occurred in wheat field nearly 5 years
河南漯河 Luohe, Henan	约 9 年 About 9 years	
河南许昌 Xuchang, Henan	约 12 年 About 12 years	
安徽宿州 Suzhou, Anhui	约 9 年 About 9 years	
安徽太和 Taihe, Anhui	约 7 年 About 7 years	
山东泰安 Tai'an, Shandong	约 10 年 About 10 years	近 3 年麦田发生 Occurred in wheat field nearly 3 years
山东枣庄 Zaozhuang, Shandong	约 7 年 About 7 years	
山东济宁 Jining, Shandong	约 6 年 About 6 years	
江苏徐州 Xuzhou, Jiangsu	约 8 年 About 8 years	
河北石家庄 Shijiazhuang, Hebei	约 5 年 About 5 years	近 4 年麦田发生 Occurred in wheat field nearly 4 years
山西太原 Taiyuan, Shanxi	约 5 年 About 5 years	
陕西宝鸡 Baoji, Shaanxi	约 5 年 About 5 years	近 3 年麦田发生 Occurred in wheat field nearly 3 years
陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	约 4 年 About 4 years	
陕西华县 Huaxian, Shaanxi	约 5 年 About 5 years	

1.2 试验方法

1.2.1 温室盆栽法^[10]

每盆面积 100 cm^2 , 播种已解除休眠催芽露白的种子, 每盆 10 粒, 置于温室内培养。温室温度白天为 $25 \pm 5^\circ\text{C}$, 夜间为 $15 \pm 5^\circ\text{C}$, 相对湿度 $75\% \pm 5\%$ 。

待叶长至 3~4 轮, 采用 3WT-II 型定量喷雾塔茎叶喷雾, 浓度梯度为 0.625、1.25、2.5、10、20、40 g ai/hm^2 , 以喷清水为对照。处理后 1~5 天目测杂草情况, 16 天剪取杂草地上部分, 称重, 计算鲜重抑制率, 使用 DPS 软件求出回归方程。重复 3 次。

1.2.2 培养皿法^[6, 11]

选择饱满一致的种子,自来水清洗,30%次氯酸钠溶液表面消毒 10 min,灭菌水冲洗 3~5 遍。消毒后的种子于无菌条件下播种在琼脂培养基(含 1.3% 的琼脂、2 g/L KNO₃)平板上,每皿 30 粒,光照培养箱内培养。芽前培养温度 15 ℃,不予光照;芽后白天 20 ℃,黑夜 15 ℃,每天 10 h 光照,光照强度 3 000 lx。在琼脂培养基中加入苯磺隆,以梯度浓度 0.05、0.25、1.25、6.25、31.25 mg ai/L 进行抗药性水平测定,以不加苯磺隆为对照,15 天后检查结果,测定主根长,计算抑制率,求出回归方程。所有数据使用 DPS 软件处理。重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 温室盆栽法

除石家庄、太原、泰安、周至等地区采集点麦田猪殃殃对苯磺隆仍处于敏感状态外,其它地区均产生了不同程度的抗药性,抗性倍数在 1.6~4.3 之间(表 2)。河南省采集点的抗药性相对较高,其中许昌最高,抗性倍数为 4.3,漯河、周口分别为 2.9 和 2.5;安徽和江苏两省采集点的抗药性仅次于河南省,宿州、太和、徐州等地的抗性倍数分别为 2.8、1.6 和 2.3;山东省枣庄、济宁采集点的抗性倍数分别为 2.1 和 1.8;陕西省采集点的抗药性较低,宝鸡、华县两地的抗性倍数分别为 1.7 和 1.6。

表 2 不同地区麦田猪殃殃对苯磺隆的抗药性

Table 2 The resistance of *Galium aparine* to tribenuron-methyl from different wheat regions

地点 Site	生物型 Biotype	回归方程 Regression equation	GR ₅₀ (95% 置信区间) (g ai/hm ²) 95% CL	相关系数 Correlation coefficient	抗性倍数 Resistance factor
河南周口	R	$Y = 4.2213 + 1.4803X$	3.3581 (1.9557 ~ 7.5697)	0.9721	2.5
Zhoukou, Henan	S	$Y = 4.9247 + 0.5877X$	1.3434 (0.1822 ~ 17.0258)	0.9410	
河南漯河	R	$Y = 4.2329 + 1.3905X$	3.5620 (1.8869 ~ 10.2314)	0.9640	2.9
Luohe, Henan	S	$Y = 4.9423 + 0.6107X$	1.2432 (0.2913 ~ 6.4091)	0.9601	
河南许昌	R	$Y = 4.0310 + 1.6239X$	3.9509 (1.9495 ~ 14.2071)	0.9483	4.3
Xuchang, Henan	S	$Y = 5.0208 + 0.6375X$	0.9277 (0.2308 ~ 3.5493)	0.9625	
安徽宿州	R	$Y = 4.6074 + 0.8866X$	2.7725 (0.9931 ~ 18.3079)	0.9419	2.8
Suzhou, Anhui	S	$Y = 5.0013 + 1.0673X$	0.9972 (0.4409 ~ 2.2506)	0.9617	
安徽太和	R	$Y = 4.7739 + 0.7386X$	2.0235 (0.4389 ~ 39.9723)	0.9319	1.6
Taihe, Anhui	S	$Y = 4.9362 + 0.5875X$	1.2837 (0.4116 ~ 4.5627)	0.9723	
山东泰安	R	$Y = 4.9474 + 0.6542X$	1.2036 (0.8228 ~ 1.7984)	0.9928	1.1
Tai'an, Shandong	S	$Y = 4.9860 + 0.7003X$	1.0472 (0.7493 ~ 1.4693)	0.9941	
山东枣庄	R	$Y = 4.6276 + 1.0754X$	2.2197 (1.1188 ~ 7.1912)	0.9699	2.1
Zaozhuang, Shandong	S	$Y = 4.9842 + 0.6760X$	1.0555 (0.8842 ~ 1.2616)	0.9983	
山东济宁	R	$Y = 4.7519 + 0.9201X$	2.2832 (0.7985 ~ 28.2155)	0.9457	1.8
Jining, Shandong	S	$Y = 4.9301 + 0.6613X$	1.2755 (0.8836 ~ 1.8900)	0.9932	
江苏徐州	R	$Y = 4.6548 + 1.2700X$	2.2263 (1.3228 ~ 4.1575)	0.9872	2.3
Xuzhou, Jiangsu	S	$Y = 5.0100 + 0.6698X$	0.9666 (0.6622 ~ 1.4057)	0.9928	
河北石家庄	R	$Y = 4.8625 + 1.6552X$	1.4156 (0.6410 ~ 3.4001)	0.9444	1.2
Shijiazhuang, Hebei	S	$Y = 4.9424 + 0.7078X$	1.2063 (0.9149 ~ 1.6084)	0.9959	
山西太原	R	$Y = 4.9313 + 1.4273X$	1.3192 (0.7692 ~ 2.1287)	0.9784	1.1
Taiyuan, Shanxi	S	$Y = 4.9593 + 0.6687X$	1.1505 (0.7860 ~ 1.7112)	0.9926	
陕西宝鸡	R	$Y = 4.7087 + 1.2669X$	1.6979 (1.0764 ~ 3.0304)	0.9838	1.7
Baoji, Shaanxi	S	$Y = 5.0001 + 0.6965X$	0.9985 (0.7457 ~ 1.3369)	0.9955	
陕西周至	R	$Y = 5.0166 + 1.4557X$	0.9741 (0.5112 ~ 1.4896)	0.9649	0.9
Zhouzhi, Shaanxi	S	$Y = 4.9883 + 0.6722X$	1.0410 (0.8074 ~ 1.3449)	0.9966	
陕西华县	R	$Y = 4.8407 + 0.9330X$	1.8157 (0.5546 ~ 13.2887)	0.9417	1.6
Huaxian, Shaanxi	S	$Y = 4.9566 + 0.6625X$	1.1628 (0.8043 ~ 1.7085)	0.9931	

注: R 为潜在抗药性生物型,采自麦田;S 为猪殃殃敏感生物型,采自从未使用过除草剂的临近非农田。下同。GR₅₀ 为抑制生长 50% 的剂量。Note: R represents for the potential resistant biotype from wheat field; and S represents for the susceptible biotype from the nearby non-farming lands never applied herbicides. Follows are the same. GR₅₀ is the herbicide dose rate required for 50% growth reduction.

2.2 培养皿法

除石家庄、太原、周至、泰安等地区采集点麦田猪殃殃对苯磺隆仍处于敏感状态外,其它地区均产生了不同程度的抗药性,除河南省周口、许昌、山东省枣庄

等采集点的抗性倍数 ≥ 2 外,其它均 <2 (表3)。采自河北、山西两省采集点的猪殃殃处于敏感状态,这与温室盆栽法的结果一致。

表 3 猪殃殃对苯磺隆抗药性水平皿内测定结果
Table 3 The resistance level of *Galium aparine* to tribenuron-methyl in Petri dish

地点 Site	生物型 Biotype	回归方程 Regression equation	IC ₅₀ (95% 置信区间) (mg ai/L) 95% CL	相关系数 Correlation coefficient	抗药性倍数 Resistance factor
河南周口 Zhoukou, Henan	R S	$Y = 5.1148 + 0.8163X$ $Y = 5.5235 + 1.0800X$	0.7235 (0.2490 ~ 1.8926) 0.3275 (0.2218 ~ 0.4643)	0.9784 0.9964	2.2
河南漯河 Luohe, Henan	R S	$Y = 5.1824 + 0.8004X$ $Y = 5.4680 + 1.1646X$	0.5917 (0.2125 ~ 1.4848) 0.3965 (0.2078 ~ 0.6889)	0.9834 0.9872	1.5
河南许昌 Xuchang, Henan	R S	$Y = 5.0569 + 0.7080X$ $Y = 5.5126 + 1.1902X$	0.8311 (0.2605 ~ 2.5186) 0.3709 (0.2002 ~ 0.6285)	0.9800 0.9906	2.2
安徽宿州 Suzhou, Anhui	R S	$Y = 5.2355 + 0.7949X$ $Y = 5.6054 + 1.2580X$	0.5055 (0.2176 ~ 1.0736) 0.3302 (0.3206 ~ 0.7955)	0.9888 0.9913	1.5
安徽太和 Taihe, Anhui	R S	$Y = 5.2155 + 0.8476X$ $Y = 5.5880 + 1.1134X$	0.5569 (0.2691 ~ 1.0601) 0.2964 (0.1484 ~ 0.5229)	0.9890 0.9901	1.9
山东泰安 Tai'an, Shandong	R S	$Y = 5.4445 + 0.6146X$ $Y = 5.6006 + 0.8339X$	0.1891 (0.0710 ~ 0.4083) 0.1905 (0.4190 ~ 1.3618)	0.9908 0.9828	1.0
山东枣庄 Zaozhuang, Shandong	R S	$Y = 5.1220 + 0.8704X$ $Y = 5.5059 + 1.0548X$	0.7241 (0.2763 ~ 1.7404) 0.3314 (0.1479 ~ 0.6355)	0.9811 0.9874	2.1
山东济宁 Jining, Shandong	R S	$Y = 5.1239 + 0.8238X$ $Y = 5.4628 + 1.0516X$	0.7072 (0.2828 ~ 1.6270) 0.3630 (0.1832 ~ 0.6444)	0.9834 0.9902	1.9
江苏徐州 Xuzhou, Jiangsu	R S	$Y = 5.2046 + 0.9644X$ $Y = 5.4632 + 0.9376X$	0.6135 (0.2535 ~ 1.3377) 0.3206 (0.1909 ~ 0.5018)	0.9827 0.9948	1.9
河北石家庄 Shijiazhuang, Hebei	R S	$Y = 5.3742 + 0.8904X$ $Y = 5.4870 + 1.0768X$	0.3799 (0.2707 ~ 0.5182) 0.3530 (0.1773 ~ 0.6279)	0.9973 0.9899	1.0
山西太原 Taiyuan, Shanxi	R S	$Y = 5.3957 + 0.6745X$ $Y = 5.5696 + 0.9715X$	0.2590 (0.1423 ~ 0.4367) 0.2593 (0.1611 ~ 0.3908)	0.9955 0.9959	1.0
陕西宝鸡 Baoji, Shaanxi	R S	$Y = 5.1978 + 0.6717X$ $Y = 5.5097 + 0.9996X$	0.5076 (0.2746 ~ 0.8764) 0.3091 (0.1969 ~ 0.4593)	0.9931 0.9958	1.6
陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	R S	$Y = 5.4446 + 0.8223X$ $Y = 5.5182 + 0.9228X$	0.2880 (0.2063 ~ 0.3893) 0.2744 (0.1733 ~ 0.4092)	0.9976 0.9962	1.0
陕西华县 Huaxian, Shaanxi	R S	$Y = 5.1865 + 0.8346X$ $Y = 5.4781 + 1.0426X$	0.5978 (0.1682 ~ 1.7174) 0.3479 (0.1627 ~ 0.6491)	0.9726 0.9886	1.7

3 讨论

本研究结果表明,北方冬麦区大部分地区麦田猪殃殃对苯磺隆产生了不同程度的抗药性,其中,用药历史较长的河南、安徽、江苏省采集点的抗药性相对

较高,这与唐贵章等^[8]、毛海艳等^[9]的研究结果一致。山东、陕西两省采集点抗药性较低,王亚红等^[12]发现苯磺隆仍是防除关中灌区冬小麦田阔叶杂草的有效药剂,但路兴涛等^[13]和任跃全等^[14]认为其防效并不理想。虽然河北、山西两省的供试猪殃殃均处于敏感

状态,但是由于采样点较少,有可能造成抗性的漏筛,这些麦区的杂草抗性管理工作仍不容忽视。此外,各采集点猪殃殃在麦田发生历史不尽相同,石家庄、太原、泰安、周至等采集点的麦田猪殃殃发生历史均短于当地苯磺隆用药历史,这可能是这些地区麦田猪殃殃仍处于敏感状态的原因之一。

本研究采用温室盆栽法和培养皿法两种方法进行试验,抗药性结果趋势基本一致。温室盆栽法是检测杂草抗药性的常规方法,但培养皿法较之更省时省力,值得进一步探讨。本研究中发现,苯磺隆浓度与猪殃殃主根长抑制率存在较好的相关性,因此选择猪殃殃主根长抑制率为测定指标,这与 Yim & Bayer^[15]研究发现的*Oryza sativa* L 根长对苄嘧磺隆 bensulfuron-methyl 较敏感的结论一致。

杂草抗药性种群的发展往往会缩短除草剂使用年限,不仅给杂草防治,而且给农药公司除草剂品种开发带来新的难题。猪殃殃对其它常用除草剂是否存在交互抗性,以及其抗药性生物型的抗性机制,均有待进一步研究。

参 考 文 献(References)

- [1] 马晓渊. 农田杂草抗药性的发生为害、原因与治理. 杂草科学, 2002(1): 5-9
- [2] Hall L M, Stromme K M, Horsman G P. Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false cleavers (*Galium spurium*). Weed Science, 1998, 46(4): 390-396
- [3] 吴明根, 曹凤秋, 杜小军, 等. 延边地区稻田抗药性杂草的研究. 杂草科学, 2005(1): 14-15
- [4] 吴明根, 吴松权, 朴仁哲, 等. 磺酰脲类除草剂对抗、感性慈姑 ALS 活性的影响. 农药, 2007, 46(10): 701-703
- [5] Sibony M, Michel A, Haas H U, et al. Sulfometuron-resistant *Amaranthus retroflexus*: cross-resistance and molecular basis for resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides. Weed Research, 2001(41): 509-522
- [6] Durán-Prado M, Osuna M D, Prado R, et al. Molecular basis of resistance to sulfonylureas in *Papaver rhoeas*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2004, 79(1): 10-17
- [7] 许贤, 王贵启, 张宏军, 等. 河北省境内播娘蒿对苯磺隆抗药性研究初报. 西北农业学报, 2008, 17(2): 270-273
- [8] 唐贵章, 许永久, 梁龙坦, 等. 除草剂防除麦田猪殃殃试验. 安徽农业科学, 2006, 34(8): 1627, 1653
- [9] 毛海艳, 邵统想, 惠鹏, 等. 阔草隆等除草剂防除麦田猪殃殃试验初探. 安徽农学通报, 2007, 13(22): 97
- [10] 王庆亚, 董立尧, 娄远来, 等. 农田杂草抗药性及其检测鉴定方法. 杂草科学, 2002(2): 1-5
- [11] Cirujeda A, Recasens J, Taberner A, et al. A qualitative quick-test for detection of herbicide resistance to tribenuron-methyl in *Papaver rhoeas*. Weed Research, 2001, 41(6): 523-534
- [12] 王亚红, 刘万锋, 曹颖, 等. 冬小麦田阔叶杂草化学防除技术研究. 陕西农业科学, 2007(4): 10-15
- [13] 路兴涛, 蒋仁堂, 郑星, 等. 19% 苯磺隆氟草烟 WP 防除冬小麦田阔叶杂草试验. 山东农业科学, 2006(3): 68-69
- [14] 任跃全, 岳凤荣. 苯磺隆和苄嘧磺隆混用防除麦田杂草试验. 山东农业科学, 2005(2): 57-58
- [15] Yim K O, Bayer D E. Root growth inhibition of rice by bensulfuron. Weed Research, 1996, 36(1): 49-54