

不同谷子 (*Setaria italica* (L.) Beauv) 品种 对除草剂的耐药性

李 萍, 杨小环, 王宏富*, 赵志国, 郝兴宇

(山西农业大学, 山西太谷 030801)

摘要: 试验对 34 个谷子品种进行盆栽试验, 研究两种土壤处理除草剂扑草净、速收对谷子安全性的影响。测定相关的生理和生化指标, 通过聚类分析比较不同谷子品种之间的耐药性的差异。试验结果表明: 这两种除草剂对大部分谷子的株高、叶面积有一定的抑制作用。不同除草剂对同一种谷子的生理指标影响是有差异的。大部分谷子品种对扑草净 ($0.07\text{g}/\text{m}^2$) 有一定的耐药性, 扑草净药剂处理后, 大部分谷子品种的 POD 酶活性有所提高, 可溶性糖含量提高, 蒸腾强度、气孔导度也有一定程度的提高。大多数谷子品种施用速收 ($0.015\text{g}/\text{m}^2$) 后其 SOD 酶活性下降, 其蒸腾强度、气孔导度有所提高。同一种除草剂对不同谷子品种的生理指标影响也是不同的, 对其进行聚类分析后, 聚类结果各为四大类, 表明不同谷子品种之间存在耐药性差异。

关键词: 谷子品种; 除草剂; 耐药性; 聚类分析

文章编号: 1000-0933(2009)02-0860-09 中图分类号: Q142, S314, S482·4, X171 文献标识码: A

The tolerance of different millet (*Setaria italica* (L.) Beauv) cultivars to herbicides

LI Ping, YANG Xiao-Huan, WANG Hong-Fu*, ZHAO Zhi-Guo, HAO Xing-Yu

Shanxi Agriculture University, Taigu 030801, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(2): 0860 ~ 0868.

Abstract: Through pot experiment, this paper studied the effect of two soil-treated herbicides on 34 different millet cultivars. By using clustering analysis, we can compare the difference between the different millet cultivars' herbicide resistance after measuring the physiological indicators. The experiment results indicated that, different herbicides could inhibit the plant height and leaf surface area of most millet cultivars. Prometryn ($0.07\text{g}/\text{m}^2$) increased most cultivars' POD, their soluble sugar level, their evaporation rates and the conductivity of their stomata. Flumioxazin (fmx) ($0.015\text{g}/\text{m}^2$) decreased most cultivars' SOD, their evaporation rates and increased the conductivity of their stomata. The same herbicide had different effects on the physiological indicators of the different millet cultivars. By the cluster analysis of 34 millet cultivars was classified into 4 groups, the results showed that different millet cultivar had different tolerance on herbicides.

Key Words: millet cultivars; herbicides; tolerance; clustering analysis

谷子是我国北方地区主要的粮食作物之一, 以抗旱耐瘠、营养价值高和周身均可直接利用而著称。但谷子栽培中不能喷洒除草剂这一问题, 长期以来未能从种子及除草剂本身上得到解决, 人们不得不一直采取人工除草的老办法, 不但不适应目前农村劳动力大量转移的形势, 而且田间工作量大, 直接造成生产成本增加,

基金项目: 山西省科技攻关资助项目(041014); 山西农业大学创新基金资助项目(2005022)

收稿日期: 2007-08-29; 修订日期: 2008-01-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: ndwhf@126.com

降低生产效益^[1]。扑草净,别名 2-甲硫基-4,6-二异丙胺基均三氮苯,芽前芽后施用均可,可防除 1 年生单子叶和双子叶杂草。速收属环状亚胺类、触杀型土壤处理除草剂,又名丙炔氟草胺。可以防治 1 年生阔叶杂草和部分禾本科杂草。关于扑草净、速收在其它作物上的应用国际、国内虽有报道^[2~7],但在谷子田是否能推广使用还不确定。

同一种除草剂在同一浓度下,植物某些种能够忍受,某些种却反应敏感,这种不同的反应是除草剂选择性的基础。对除草剂的不同反应一般可认为是由植物体形态上、生理上的差异所引起的,这种差异造成植物反应的差异,也就是通常所指的植物对除草剂产生了抗药性^[8]。除草剂对谷子生理生化影响的文献报道在国内外不多,但在其它作物上有一些报道^[9~15]。本试验种植了 34 个谷子品种,着重对施用扑草净、速收后,谷子的生长量和抗逆指标 POD 和 SOD 及光合速率等生理生化指标的变化情况进行了研究,旨在发现谷子品种中耐除草剂较强的品种,从而解决人工除草的困难,为谷子的大量种植打下基础。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

试验土壤为黄土状母质上发育的碳酸盐褐土,0~20cm 土层内有机质含量 1.37%,全氮 0.06%,速效磷 6.69mg/kg,速效钾 185.2mg/kg。

1.2 试验材料

供试材料为 34 个谷子品种(表 1),其中包括生产上常用品种和农家品种,分别由山西农科院品质资源研究所、谷子研究所、经济作物研究所,山西农业大学谷子研究室和河北农科院提供。

表 1 谷子品种编号

Table 1 Millet cultivars number

编号 Number	品种 Millet cultivars	编号 Number	品种 Millet cultivars	编号 Number	品种 Millet cultivars	编号 Number	品种 Millet cultivars
1	青谷 Qinggu	11	金源糙 Jinyuancao	21	拖地黄 Tuodihuang	31	晋谷 30 Jinguthirty
2	牛毛黄 Niumaohuang	12	白三棱 Baisanling	22	95-汾选-3 Jiuwufenxuanthreehao	32	晋谷 32 Jinguthirty-two
3	齐头大白谷 Qitoudabaigu	13	朱砂红 Zhushahong	23	承谷 8 号 Chenggueighthao	33	晋谷 16 Jingusixteen
4	竹叶青 Zhuyeqing	14	谷优 4 号 Guyoufourhao	24	黑谷子 Heiguzi	34	吨谷 Dungu
5	红五卡 Hongwuka	15	猪肠红谷 Zhuchanghonggu	25	晋谷 35 号 Jinguthirty-fivehao		
6	谷优 5 号 Guyoufivehao	16	十三黄谷 Shisanhuanggu	26	晋谷 35 号姐妹系 Jinguthirty-fivehaojiemeixi		
7	大赶牛鞭 Daganniubian	17	广灵大玉黄 Guanglingdayuhuang	27	压塌车 Yatache		
8	东风 1 号 Dongfengonehao	18	丝儿杏 Sierxing	28	晋谷 29 Jingutwenty-nine		
9	寿阳白谷 Shouyangbaigu	19	黑选 1 号 Heixuanonehao	29	晋谷 21 Jingutwenty-one		
10	临秋变 Linqiubian	20	晋谷 20 号 Jingutwentyhao	30	晋谷 27 Jingutwenty-seven		

1.3 试验处理设计

单因素随机区组设计,2 个处理,1 个对照,3 次重复。土壤处理盆栽试验(盆直径 23.5cm,深 20cm,装土 6.5kg),每盆施 sv 肥 5g,混匀到 10cm 深范围中,浇透水,水渗下后播种,每盆播精选种子 60 粒,均匀播种,播后覆土 1.5~2cm,镇压。2005 年 5 月 19 日上午播种,下午喷洒扑草净和速收。40% 扑草净可湿性粉剂(浙江省长兴第一化工有限公司生产)用量 0.07g/m²,50% 速收可湿性粉剂(日本住友化学工业株式会社生产)用量 0.015g/m²。

1.4 测定指标与方法

测定指标:叶面积用 Laser area meter CI-203, CID, INC 测定;SOD 活性按李合生^[16]的《植物生理生化实验原理和技术》中的方法测定;POD 活性、可溶性糖含量按王金胜^[17]的有关方法测定;光合速率、气孔导度、蒸腾速率,用 Photosynthesis system CI-130, CID, INC 测定。所有指标的测定部位均为旗叶,除叶面积外其它指标测定时间为谷子生长发育中期。

聚类分析:NOSA 软件(第四军医大学卫生统计学教研室),类间距离为欧氏距离法聚类。

2 结果与分析

2.1 除草剂对谷子生长的安全性研究

2.1.1 除草剂对不同谷子品种株高的影响

从表 2 可以看出,在生长初期,除草剂对大多数谷子品种的株高有明显的抑制作用,这是因为生长初期,

表 2 除草剂对谷子株高的影响(cm)

Table 2 Effect of herbicide on different millet cultivars' height

品种 Millet cultivars	6月1日			6月15日			6月30日			7月15日		
	CK	速收 Fmx	扑草净 Prometryn	CK	速收 Fmx	扑草净 Prometryn	CK	速收 Fmx	扑草净 Prometryn	CK	速收 Fmx	扑草净 Prometryn
1	6.70a	4.67b	4.37b	20.70a	19.70ab	15.47b	46.27a	49.40a	31.87b	74.80a	80.00a	65.00b
2	5.73a	4.47a	4.43a	17.03a	18.90a	16.70a	41.63b	51.03a	47.60a	71.67b	87.73a	70.00b
3	7.20a	5.00b	5.40b	15.87a	15.23a	13.43a	38.97ab	47.23a	32.63b	62.80b	86.00a	67.00b
4	6.37a	4.60b	4.33b	21.00a	19.30a	17.50a	49.27a	43.40b	40.53b	73.63c	84.00a	78.60b
5	7.90a	5.73b	6.03b	14.90c	19.03b	26.73a	38.83b	49.67a	47.30a	65.60c	88.87a	81.83b
6	6.50a	4.80b	4.87b	15.67a	17.70a	16.40a	41.97a	43.07a	32.63b	70.57a	73.33a	63.47b
7	7.30a	5.90b	5.73b	20.07a	18.80a	15.13a	55.83a	46.53b	34.37c	86.17a	78.27b	67.33c
8	6.07a	4.33b	4.40b	15.67b	17.60ab	21.50a	48.57b	57.87a	45.60c	73.27b	83.63a	83.33a
9	6.27a	4.00b	4.07b	18.87a	19.37a	20.97a	50.90a	39.77c	43.07b	77.13a	73.50b	67.33c
10	8.17a	6.53b	6.17b	22.60a	18.17a	22.20a	50.80a	52.40a	43.43b	80.67a	77.67b	62.50c
11	7.30a	6.13b	6.03b	13.10b	18.20a	18.37a	41.33ab	39.43b	42.83a	85.40a	79.33b	80.20b
12	9.33a	7.57b	7.73b	23.57a	16.53b	21.33a	56.40b	59.57a	48.00c	90.17a	78.33c	83.50b
13	7.20a	5.93b	5.47b	23.53a	17.40b	21.60ab	55.43a	51.20a	50.17a	91.33a	88.87ab	86.73b
14	9.27a	7.67b	7.47b	24.47a	15.90b	14.07b	55.40a	51.80b	33.37c	91.57a	90.33a	72.87b
15	6.83a	5.77b	5.50b	21.47a	16.37b	20.93a	48.37a	39.17b	33.77c	76.37b	82.83a	73.00b
16	10.07a	8.13b	8.00b	30.03a	17.73b	17.70b	56.40a	45.07b	42.43b	92.53a	72.23c	80.67b
17	9.27a	7.70b	7.33b	22.87a	17.00b	19.63ab	50.60a	28.90c	43.10b	85.70a	69.33c	76.53b
18	9.07a	7.63b	7.83b	28.63a	19.20b	22.07b	60.00a	49.67b	45.77c	95.80a	83.33b	80.83b
19	7.77a	5.93b	5.47b	23.67a	17.93b	10.30c	59.47a	44.27b	27.53c	87.83a	78.00b	59.00c
20	6.57a	5.03b	5.27b	14.30a	15.80a	12.10a	44.80a	34.33b	33.13b	71.33b	65.83c	77.50a
21	9.57a	8.03b	8.00b	29.90a	17.13b	18.20b	65.80a	52.93b	39.07c	92.03a	85.17b	76.17c
22	6.33a	5.07b	4.83b	11.57b	16.50a	18.60a	65.92a	35.53b	37.40b	93.46a	66.17b	67.83b
23	7.07a	6.23b	6.03b	15.17a	16.30a	15.67a	35.70a	33.97a	34.60a	70.00a	68.33a	66.33a
24	8.00a	6.73b	6.80b	22.67a	15.30b	14.73b	53.27a	36.17b	34.23b	97.53a	68.00b	64.00b
25	7.10a	4.90b	5.03b	12.83a	14.37a	13.27a	54.82a	32.53b	26.83c	98.13a	73.00b	65.67b
26	9.07a	7.10b	7.27b	23.40a	15.47b	17.37b	54.73a	33.67b	29.13b	78.90a	66.00b	68.67b
27	9.50a	7.17b	6.97b	20.13a	21.17a	24.30a	48.07a	43.13b	47.93a	74.43a	78.50a	76.17a
28	7.10a	5.97b	6.03b	20.53a	15.50b	21.30a	49.33a	36.17b	47.87a	76.20a	67.33a	67.67a
29	8.43a	7.03b	6.97b	19.27a	19.77a	14.33b	48.47a	29.63b	30.97b	82.67a	66.50b	64.33b
30	8.33a	6.80b	6.73b	21.33a	14.63b	15.07b	56.20a	39.10b	33.10c	80.67a	65.67b	61.83b
31	7.83a	5.30b	5.33b	14.57a	16.67a	9.77b	38.00a	28.13b	21.73c	72.57a	52.50b	51.00b
32	6.27a	4.43b	4.87b	11.83a	10.93a	10.43a	41.22a	30.43b	26.43c	74.57a	61.33b	73.50a
33	8.17a	6.53b	6.47b	24.33a	16.57b	14.53b	45.03a	36.73b	38.37b	75.27a	61.67b	63.33b
34	4.37a	3.30b	3.53b	13.17a	8.00b	9.87b	38.13a	18.33c	20.53b	66.53a	45.33c	50.77b

平均值 Mean; 不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$) Data marked with the different letters are significantly different ($p < 0.05$)

植株幼小,抗除草剂的能力较弱。随着谷子生长,植株逐渐变得健壮,抵抗除草剂的能力增强,一部分谷子株高渐渐恢复正常。但也有些谷子的株高始终处于抑制状态(猪肠红谷、广灵大玉黄、黑谷子、晋谷 35、黑选 1 号、95-汾选 3 号、晋谷 35 姐妹系、丝儿杏、拖地黄、晋谷 16、吨谷、晋谷 27),这一类谷子抗除草剂能力较弱。对红五卡来说,在幼苗时期速收、扑草净对其株高有所抑制,但很快能恢复过来,其后株高反而超过了对照的株高,这可能是由于红五卡本身抗性较强,再加之除草剂消灭了杂草,减少了杂草与作物的竞争,作物充分吸收利用养分、水分和光照,植株生长较快。

2.1.2 除草剂对不同谷子品种叶面积的影响

从表 3 可以看出,在生长初期除草剂对大部分谷子品种的叶面积有一定程度的抑制作用,在生长的中、后期这种影响逐渐减弱。但这两种除草剂对有些谷子品种(竹叶青、红五卡、金源糙)来说,非但不抑制其叶面积,反而促进其叶面积的生长,这可能由于这些谷子对这两种除草剂不敏感,加之除草剂消灭了杂草,减少了杂草与作物争夺养分、水分和空间的竞争,使谷子能良好的生长。

表 3 除草剂对谷子叶面积的影响(cm^2)

Table 3 Effect of herbicide on the leaf surface area of different millet cultivars

品种 Millet cultivars	6 月 20 日			7 月 7 日			7 月 22 日		
	CK	速收 Flumioxazin	扑草净 Prometryn	CK	速收 Flumioxazin	扑草净 Prometryn	CK	速收 Flumioxazin	扑草净 Prometryn
1	12.15a	5.92b	2.67b	30.67b	38.15a	27.35c	39.33a	44.01a	40.26a
2	6.64b	9.61a	7.73b	25.31b	45.25a	25.64b	55.74a	57.67a	33.63b
3	3.48ab	5.28a	2.57b	24.29b	41.16a	17.56c	35.54b	45.23a	43.48a
4	6.89a	6.89a	9.17a	24.48b	34.05a	34.85a	42.54a	49.54a	59.20a
5	5.51a	8.01a	7.93a	15.77b	35.54a	30.20a	36.98a	43.71a	48.45a
6	6.69a	6.19ab	4.09b	29.89a	20.77c	23.21b	38.65a	41.06a	37.78a
7	11.58a	6.53b	6.07b	43.43a	25.65b	28.72b	65.41a	62.64a	47.77b
8	7.50a	11.10a	8.38a	24.69c	35.59b	45.33a	47.71b	55.57a	56.48a
9	9.03a	7.87ab	4.94b	31.13a	22.69c	28.46b	50.75a	42.36b	52.91a
10	10.19a	4.96b	5.18b	23.84b	34.36a	23.73b	40.64a	43.98a	42.34a
11	6.86a	5.91a	5.50a	33.86a	35.86a	21.48b	59.58a	52.03b	44.87c
12	9.68a	11.23a	5.17b	26.49b	35.16a	25.39b	51.26a	51.15a	46.88b
13	5.92b	10.75a	8.09ab	40.81a	44.47b	42.23b	64.49a	53.79b	51.78b
14	19.77a	9.24b	2.00c	34.13b	47.63a	24.80c	60.20a	57.95a	57.94a
15	15.60a	6.51b	5.16b	38.56a	31.57b	21.76c	56.50a	55.59a	47.97b
16	13.65a	7.41b	5.88b	38.54a	22.35b	22.56b	58.89a	40.33b	43.33b
17	8.74a	2.64b	3.81b	30.27a	15.45c	27.33b	53.74a	39.94b	44.87b
18	19.71a	9.10b	6.44b	50.71a	37.08b	38.35b	66.68a	57.32b	60.65b
19	13.87a	6.01b	2.11c	45.01a	38.39b	30.69c	61.77a	58.62a	52.57b
20	14.99a	5.02b	2.43b	28.84a	21.97b	29.76a	42.07b	40.37b	60.87a
21	16.70a	5.69b	2.70c	43.26a	21.28c	26.92b	53.10a	50.25a	44.54b
22	20.08a	6.81b	2.82c	22.95c	27.20a	25.30b	44.13b	51.48a	36.08c
23	6.95a	4.29b	3.43b	28.73b	30.74a	27.50b	47.56a	41.35a	46.04a
24	8.88a	4.21b	2.81b	32.59a	29.95b	30.74ab	71.14a	50.87b	56.03b
25	21.13a	4.58b	2.65b	23.08c	36.29a	28.92b	51.02b	75.71a	71.63a
26	17.90a	6.04b	4.04b	44.73a	19.70c	36.30b	59.26a	62.53a	69.56a
27	7.71a	5.76a	6.27a	23.74b	29.84a	24.18b	47.30a	50.03a	42.64a
28	17.77a	6.34b	11.11b	37.41c	38.25b	41.76a	55.14b	73.17a	52.24b
29	14.29a	6.50b	3.77b	31.59b	29.26b	34.63a	58.30a	41.84b	37.96b
30	15.13a	3.92b	4.88b	61.56a	27.81b	27.38b	58.91a	48.69ab	43.23b
31	9.95a	2.80b	2.41b	31.73a	30.94a	16.88b	60.72a	48.64b	48.49b
32	3.28ab	3.54a	1.97b	12.78c	22.98b	27.64a	32.31c	45.41b	77.64a
33	12.68a	4.94b	6.70b	48.62a	22.13c	25.57b	53.23a	45.78a	50.51a
34	13.63a	3.80b	3.43b	64.50a	24.37c	31.55b	76.43a	74.99a	55.78b

平均值 Mean; 不同字母表示差异显著($p < 0.05$) Data marked with the different letters are significantly different($p < 0.05$)

2.1.3 除草剂对不同谷子品种生理指标的影响

(1) 速收对不同谷子品种的生理指标的影响

施用速收后,对 34 个谷子品种的 6 个关键生理指标(表 4)进行基本统计分析(表 5),结果表明不同谷子品种对除草剂耐药性之间存在很大差异。

表 4 速收对不同谷子品种的生理指标的影响(±%)

Table 4 Effect of flumioxazin on different millet cultivars' physiological characteristics

品种 Millet cultivars	POD	SOD	可溶性糖 Soluble sugar level	P	E	C
1	310.06	-49.45	-32.74	16.89	42.36	33.80
2	357.05	-36.03	-55.09	10.19	39.43	36.76
3	169.33	-35.31	-13.66	43.15	38.47	37.84
4	-24.54	-29.87	-6.25	-46.82	-29.68	-33.66
5	21.76	-47.25	39.97	-9.62	-5.67	-7.76
6	94.12	34.29	-21.93	-36.83	-37.15	-36.67
7	75.01	-37.50	-31.39	62.84	77.88	69.49
8	69.02	-54.29	-53.42	106.33	62.31	54.69
9	357.91	-60.19	47.53	-16.90	-16.75	-13.85
10	138.33	-32.20	-21.48	-32.42	-41.02	-40.66
11	12.57	-37.14	-44.23	26.59	-9.33	-10.00
12	331.63	-7.44	-11.90	13.72	6.05	6.82
13	344.60	-42.86	-24.99	-9.45	17.01	8.00
14	89.03	-49.40	-72.43	85.29	139.47	138.64
15	98.08	-89.01	-61.65	-25.30	61.82	54.00
16	470.68	-21.18	8.27	-34.95	74.01	93.55
17	163.80	-21.53	11.48	14.10	227.23	221.95
18	84.07	-32.20	-52.02	-10.51	92.54	100.00
19	76.65	10.28	-67.32	-11.54	40.32	25.00
20	392.07	-41.04	-70.50	2.58	128.28	110.47
21	253.53	25.36	-11.75	124.84	190.93	188.37
22	-16.46	-31.97	22.43	129.47	105.35	100.00
23	103.05	-16.48	-44.80	27.50	15.23	6.49
24	17.89	-3.65	-5.71	-17.98	109.09	97.92
25	67.07	-23.81	-8.12	-14.39	1.90	-5.00
26	210.79	-35.57	-65.83	-7.42	31.76	26.25
27	147.41	-6.93	35.48	35.66	109.50	115.09
28	222.25	72.16	-44.79	29.52	1.03	-4.82
29	307.50	-41.18	9.89	-10.54	32.33	31.94
30	165.63	-9.62	7.75	-7.65	55.19	51.35
31	143.17	-74.36	-56.49	-17.04	48.38	37.97
32	3.12	-24.60	73.72	11.11	69.29	60.56
33	44.69	-49.70	-40.18	-12.28	59.31	57.33
34	244.73	-44.10	-70.03	58.86	61.52	54.55

表 5 速收对不同谷子品种生理指标影响的统计分析

Table 5 The statistical analysis of effect of flumioxazin on different millet cultivars' physiological characteristics

生理指标 Physiological characteristics	平均值 Average	标准差 Standard error	变异系数 Variation coefficient
POD(units/gFW)	163.11	132.20	81.05
SOD(units/gFW)	-27.76	30.58	-110.16
可溶性糖(%) Soluble sugar level	-21.53	37.75	-175.30
P(mol/(m ² ·s))	14.03	44.85	319.71
E(mmol/(m ² ·s))	52.89	60.95	115.22
C(mmol/(m ² ·s))	49.01	60.75	123.94

对这些差异进行聚类分析,大致分为4类(图1):

第一类(13种) 十三黄谷、晋谷20、丝儿杏、晋谷16、猪肠红谷、晋谷30、朱砂红、晋谷21、白三棱、寿阳白谷、青谷、牛毛黄、晋谷35姐妹系;

第二类(9种) 临秋变、晋谷35、竹叶青、红五卡、金源糙、承谷8号、黑选1号、谷优5号、晋谷29;

第三类(6种) 广灵大玉黄、拖地黄、压塌车、晋谷32、黑谷子、晋谷27;

第四类(6种) 谷优4号、95-汾选3号、东风1号、吨谷、齐头大白谷、大赶牛鞭。

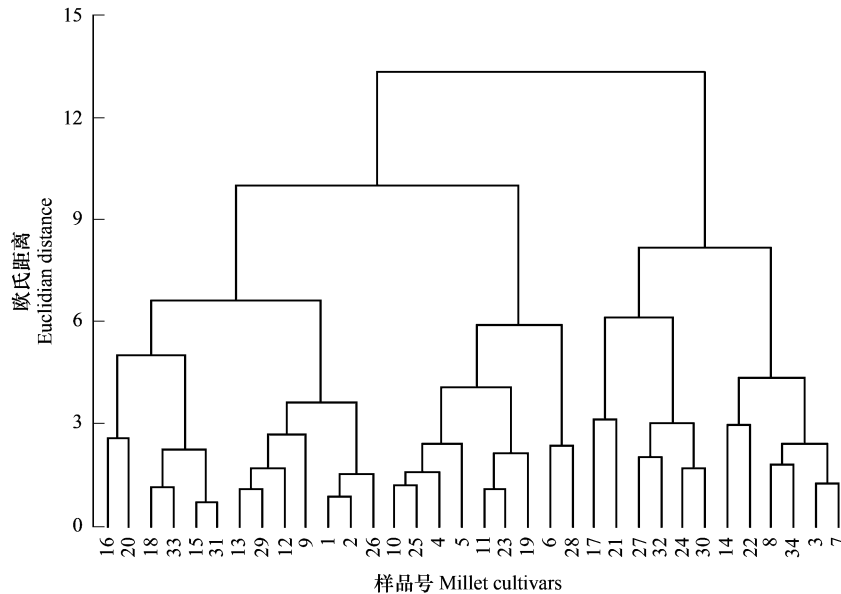


图1 速收对不同谷子品种生理指标的影响的聚类分析

Fig. 1 The clustering analysis of effect of flumioxazin on different millet cultivars' physiological characteristics

可以看出,第一类13种谷子施用速收之后,其POD酶活性有显著提高(青谷:310.06%、牛毛黄:357.05%、寿阳白谷:357.91%、朱砂红:344.6%、晋谷20:392.07%、晋谷21:307.5%)。第二类谷子品种的POD酶活性也有提高(临秋变:138.33%、晋谷35:67.07%、红五卡:21.76%、承谷8号:103.05%),其可溶性糖含量相对下降(临秋变:-21.48%、晋谷35:-8.12%、承谷8号:-44.80%)。第三类6种谷子在用速收处理后,除了其POD酶活性相对提高外,蒸腾强度、气孔导度也有很大提高(广灵大玉黄 POD163.8%、E227.23%、C221.95%;压塌车 POD147.41%、E109.5%、C115.09%;黑谷子 POD17.89%、E109.09%、C97.02%)。第四类6种谷子的经速收处理后光合速率有很大提高(谷优4号85.29%、95-汾选3号129.47%、东风1号106.33%、吨谷58.86%)。

在施用除草剂速收后,其对不同的谷子品种的生理指标影响是不同的,有的谷子是通过提高POD酶活性来提高耐药性(如第一类谷子),有的则不光提高POD酶活性,还加强蒸腾强度和提高了气孔导度来减轻速收对谷子的药害(第三类谷子),而第四类谷子则是提高光合效率来提高谷子对速收的耐药性。

(2) 扑草净对不同谷子品种的生理指标的影响

施用扑草净后,对34个谷子品种的6个关键生理指标(表6)进行基本统计分析(表7),结果表明不同谷子品种之间对扑草净的耐药性也存在很大差异。

对这些差异进行聚类分析,大致分为4类(图2):

第一类(6种) 白三棱、压塌车、十三黄谷、广灵大玉黄、拖地黄、丝儿杏;

第二类(2种) 95-汾选3号、黑谷子;

第三类(17种) 承谷8号、晋谷21、齐头大白谷、吨谷、晋谷20、金源糙、晋谷30、大赶牛鞭、晋谷35姐妹系、竹叶青、红五卡、晋谷29、黑选1号、晋谷35、谷优5号、晋谷16、晋谷32;

第四类(9种) 东风1号、朱砂红、猪肠红谷、晋谷27、牛毛黄、临秋变、寿阳白谷、青谷、谷优4号。

表6 扑草净对不同谷子品种的生理指标的影响(±%)

Table 6 Effect of prometryn on different millet cultivars' physiological characteristics

品种 Millet cultivars	POD	SOD	可溶性糖 Soluble sugar level	P	E	C
1	307.08	15.08	62.69	-1.69	3.46	-2.82
2	86.34	2.35	73.54	-25.71	14.31	10.29
3	75.49	25.46	-5.09	40.22	30.98	28.38
4	-59.76	17.12	-17.37	22.88	26.07	17.82
5	-13.16	7.09	62.96	-45.66	-0.19	-0.86
6	-3.75	49.61	117.79	-53.81	-39.84	-35.56
7	5.26	-4.22	-38.28	78.12	34.53	28.81
8	203.80	28.83	-3.65	30.21	-19.43	-21.88
9	132.47	-14.84	33.31	-4.95	21.58	27.69
10	83.11	12.70	66.17	-9.17	1.51	3.30
11	13.53	5.97	5.20	38.21	22.67	21.11
12	225.59	-13.66	145.71	42.07	48.87	38.64
13	232.59	-6.49	18.67	-54.45	-29.33	-32.00
14	274.82	23.38	-52.72	-28.36	13.80	13.64
15	141.28	-13.69	7.16	-10.23	-17.57	-18.00
16	99.66	-5.06	-22.34	-35.39	129.93	135.48
17	83.16	-16.59	154.93	28.66	213.99	212.20
18	-3.17	10.94	7.91	7.70	232.54	219.35
19	32.22	13.01	108.94	-49.58	18.17	9.21
20	71.82	13.79	-6.84	-58.99	28.28	11.63
21	2.02	6.02	151.98	25.93	234.80	230.23
22	-53.69	10.49	200.05	71.20	54.98	44.83
23	47.37	19.88	9.96	50.86	68.12	57.14
24	-24.96	54.64	378.39	-46.41	11.31	2.08
25	-8.97	2.16	105.90	-22.01	29.12	16.00
26	17.78	-12.40	-30.39	-14.38	42.80	33.75
27	161.48	21.21	146.86	16.25	124.22	132.08
28	26.61	97.14	70.50	-36.99	-22.91	-26.51
29	-17.24	3.90	21.11	34.70	60.78	58.33
30	104.28	6.02	-4.91	-42.75	-11.81	-20.27
31	4.37	41.19	-24.84	-36.87	5.41	2.53
32	60.26	-23.52	154.69	-40.71	-8.95	-14.08
33	17.05	-15.13	126.12	-57.46	-28.80	-36.00
34	72.87	-14.17	-1.44	41.79	44.61	29.55

表7 扑草净对不同谷子品种生理指标影响的统计分析

Table 7 The statistical analysis of effect of prometryn on different millet cultivars' physiological characteristics

生理指标 Physiological characteristics	平均值 Average	标准差 Standard error	变异系数 Variation coefficient
POD(units/gFW)	70.52	92.97	131.84
SOD(units/gFW)	10.24	24.27	236.93
可溶性糖(%) Soluble sugar level	59.49	88.94	149.51
P(mol/(m ² ·s))	-4.32	40.21	-931.46
E(mmol/(m ² ·s))	39.35	70.34	178.75
C(mmol/(m ² ·s))	34.59	70.31	203.25

在施用扑草净后,第一类 6 种谷子的气孔导度和蒸腾强度有很大提高(压塌车 E124.22%、C132.08%;广灵大玉黄 E213.99%、C212.20%;拖地黄 E234.8%、C230.02%)。第二类 2 种谷子 95-汾选 3 号和黑谷子的可溶性糖含量有极大提高,分别达到 200% 和 378.39%。大多数谷子属于第三类,SOD 酶活性、气孔导度、蒸腾强度都有所提高。第四类谷子在用除草剂处理后,其 POD 酶活性显著提高(朱砂红 232.59%、青谷 307.08%、谷优 4 号 274.82%、猪肠红谷 141.28%),因此提高了其耐药性。

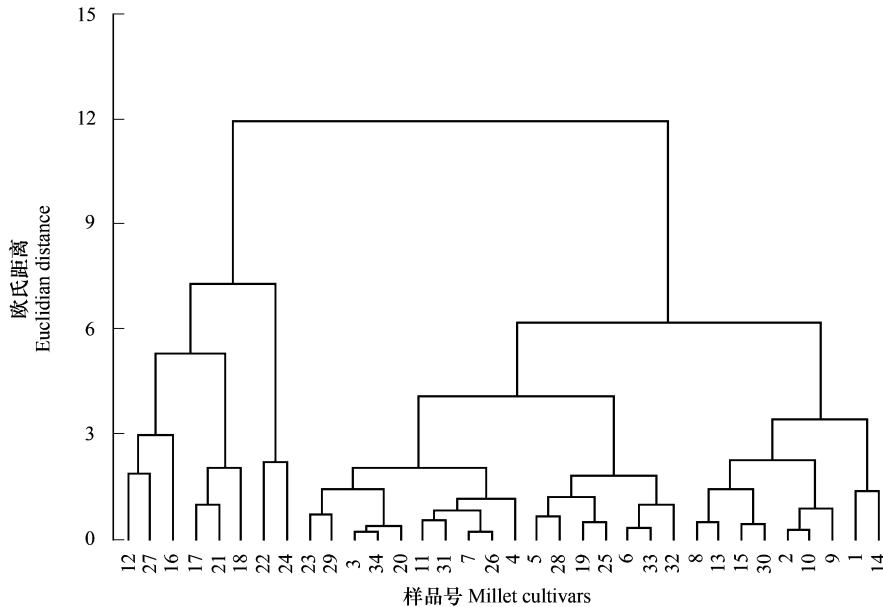


图2 扑草净对不同谷子品种生理指标的影响

Fig.2 The clustering analysis of effect of prometryn on different millet cultivars' physiological characteristics

3 结论与讨论

不同的作物品种对于除草剂敏感性的差异是一种普遍现象,这是除草剂对作物的一种种间选择性。同一作物不同品系对于除草剂的反应也不尽相同,这一差异若能足够大,便可形成种内选择性。种间选择是确定除草剂应用范围和防治对象的前提条件,而种内选择实际应用的报道很少。开展种内选择性机制研究对于科学使用除草剂和抗除草剂新品种选育具有重要的理论意义,也将受到国内外学者的关注。由于长期人工栽培和选择,特别是在广阔复杂的自然条件下种植和驯化,谷子形成了丰富多彩类型。我国拥有世界上最多的谷子品种资源。70年代后期编入全国品种资源目录的有11678份^[18]。通过种植34个谷子品种(包括农家品种和常规品种),试图发现谷子中能抗除草剂的品种,本次试验中,各项数据研究表明,34个品种中对除草剂耐药性较好的品种为竹叶青,红五卡、晋谷21、青谷等,耐药性较差的是猪肠红谷,但还要进一步做试验验证。

一般而言,作物施用除草剂后会出现一些形态上的变化,这些形态上的症状是植株生理上变化的结果,即使植株形态上未表现出明显的症状,其体内也可能发生生理、生化上的变化,因而除草剂对作物的影响是客观存在的^[19]。试验表明:这两种除草剂对大部分谷子的株高、叶面积有一定的抑制作用。扑草净和速收对于同一种谷子的生理指标的影响是不同的,同一种除草剂对于不同谷子品种的生理指标的影响也是不一样的。大部分谷子品种对扑草净有一定的耐药性,施用扑草净后,其POD酶活性有所提高,可溶性糖含量提高,气孔导度、蒸腾强度也有所提高。扑草净对不同谷子品种SOD酶活性影响不大。大部分谷子品种对速收耐药性较差,用速收药剂处理谷子后,大部分谷子品种的SOD酶活性显著下降,仅有晋谷29、黑选1号、拖地黄、谷优5号4种谷子其酶活性有所提高;大部分谷子品种的可溶性糖含量降低。

被测指标中,POD和SOD能维护植物细胞膜的稳定性及完整性,对细胞膜保护起着重要作用;可溶性糖

含量可以反映出作物除草剂胁迫下的生理变化。这些逆境指标的变化相应的会影响作物的光合速率、蒸腾强度的变化。因此对这些指标进行聚类分析能系统的反映各谷子品种的耐药性情况。

由于所进行的是盆栽试验,且谷子对除草剂比较敏感,其药剂所用浓度比生产上其它作物品种所用该种药剂的浓度要低些,推广到大田还需要进一步验证其可行性。后续试验还要进行测产分析。

References:

- [1] Chen W J, Wei Y M, Zhang G Q. The study of domestic and foreign millet. *Rain Fed Crops*, 2000,20(3):27—29.
- [2] Wang F, Zhen S M, Shi D Q. Weed control in rice with 25% prometryn. *Modernizing Agriculture*, 2006, 7:7—8.
- [3] Zheng L Z, Liu X Z, Xu Y F. Weed Control in maize with 40% acetochlor + prometryn EC. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2004, 35 (3):203—207.
- [4] Guo Y C, Ma Y H. Weed Control in wheat with 50% flumioxazin. *Pesticides*, 2002, 41(12):39—40.
- [5] Huang C Y, Chen T B. Weed control in spring rice with soil-treated flumioxazin. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2001, 17(6):88—90.
- [6] Jason W, Niekamp and William G. Weed management with sulfentrazone and flumioxazin in no-tillage soybean (*Glycine max*). *Crop Protection*, 2001, 20(3):215—220.
- [7] Zumelzú G, Darré C, Novo R J. Preemergent control of annual weeds in oregano (*Origanum vulgare* L.). *Acta Horticulture*, 1999,000(502):181—186.
- [8] Huang J Z. Studies on tolerance of field weed. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1995. 282.
- [9] Han Y J, He F L, Yan C X. Effects of butachlor on physiological and biochemical characteristics of the different seedling diathesis. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2006, (4):53—54.
- [10] Dong X W, Wang J X, Bi J J. The sensitivity of different maize varieties to the nicosulfuron. *Acta Phytophylacica Sinica*, 2007, 34(02):182—186.
- [11] Lou G Q, Lü W Y, Zhi M X. Effect of MCPA on young plants of differentwheat varieties and their physiological indexes. *Acta Phytophylacica Sinica*, 2006, 33(3):335—336.
- [12] Jung S C, Hee J L, In T H. Differential susceptibilities of wheat and barley to diphenyl ether herbicide oxyfluorfen. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 1999, 65(1):62—72.
- [13] Kelly A, Nelson, Karen A. Soybean growth and development as affected by glyphosate and postemergence herbicide tank mixtures. *Agronomy Journal*, 2001, 93(2):428—434.
- [14] Rick S L, Robert K L, David J. Resistance and the herbicide resource: perceptions of Western Australian grain growers. *Crop Protection*, 2002, 21(10):1067—1075.
- [15] Kelly A, Nelson K A, Renner. Cultivar and herbicide selection affects soybean development and the incidence of sclerotinia stem rot. *Agronomy Journal*, 2002, 94(6):1270—1281.
- [16] Li H S. Principle and methods of botanic physiology and biochemistry. High Education Press, 2000. 164—165.
- [17] Wang J S. The technology of agriculture biochemistry. Shan: Shanxi Scientific & Technological Press, 1997. 144.
- [18] Li Y M. The study of millet breeding. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1997. 44.
- [19] Zhang Z B. The influence of pesticides on field ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*, 1988,7(4):86—90.

参考文献:

- [1] 陈卫军,魏益民,张国权.国内外谷子的研究现状. *杂粮作物*,2000,20(3):27~29.
- [2] 王芳,甄胜民,时代强. 25%扑草净防除水稻移栽田杂草试验. *现代化农业*,2006,7:7~8.
- [3] 郑龙植,刘晓舟,许泳峰. 40%乙·扑乳油防除玉米田杂草试验. *沈阳农业大学学报*,2004,35(3):203~207.
- [4] 郭艳春,马玉红. 50%速收 WP 防除麦田杂草田间药效试验初报. *农药*,2002,41(12):39~40.
- [5] 黄春艳,陈铁保. 速收土壤处理防除春玉米田杂草效果初报. *中国农学通报*,2001,17(6):88~90.
- [8] 黄建中. 农田杂草抗药性. 北京:中国农业出版社,1995. 282.
- [9] 韩玉军,何付丽,闫春秀. 丁草胺对不同秧苗素质水稻生理生化特性的影响. *黑龙江农业科学*, 2006, (4):53~54.
- [10] 董晓雯,王金信,毕建杰. 不同玉米品种对烟嘧磺隆的敏感性差异. *植物保护学报*,2007, 34(02):182~186.
- [11] 娄国强,吕文彦,职明星. 2甲4氯对不同小麦品种幼苗及生理指标的影响. *植物保护学报*,2006, 33(3):335~336.
- [16] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术. 北京:高等教育出版社,2000. 164~165.
- [17] 王金胜. 农业生物化学技术. 山西:山西科学技术出版社,1997. 144.
- [18] 李荫梅. 谷子育种学. 北京:中国农业出版社,1997. 44.
- [19] 张宗炳. 农药对农田生态系统的影响. *生态学杂志*,1988,7(4):86~90.