

麦田常用除草剂对弱筋小麦生理生化特性的影响

王正贵, 封超年, 郭文善, 夏玉荣, 朱新开, 李春燕, 彭永欣

(扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室 扬州大学小麦研究所, 江苏 扬州 225009)

摘要:采用室外小区试验方法,研究了麦田常用的苯磺隆、使它隆、异丙隆、骠马、绿麦隆 5 种除草剂对弱筋小麦扬麦 13 生理生化特性的影响。结果表明,用药后 5 d,5 种除草剂处理均导致小麦叶绿素相对含量(SPAD 值)不同程度下降。除草剂严重影响了光合速率,几乎所有处理光合速率均受到抑制,异丙隆倍量处理抑制率最大,达 27%。小麦体内 SOD 活性明显受到除草剂影响,表现为先升高、后逐渐恢复至对照水平;POD 活性也表现为先升高后降低的趋势,多数处理药后 30 d 低于对照;CAT 活性对除草剂比较敏感,用药后 5 d 即显著升高,其后影响逐步减小,直至药后 30 d 恢复到对照水平;除草剂对 MDA 含量影响相对较小,多数处理 MDA 含量与对照差异不显著。

关键词:除草剂;弱筋小麦;生理学;生物化学;负效应

中图分类号:X503.231 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2010)06-1027-06

Effects of Herbicides on Physiology and Biochemistry of Weak-Gluten Wheat

WANG Zheng-gui, FENG Chao-nian, GUO Wen-shan, XIA Yu-rong, ZHU Xin-kai, LI Chun-yan, PENG Yong-xin

(Jiangsu Provincial Key Lab. of Crop Genetics and Physiology/Wheat Research Institute of Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: Effects of five kinds of herbicides (tribenuron-methyl, fluroxypyr, isoproturon, puma super, chlorotoluron) on physiology and biochemistry of weak-gluten wheat (Yangmai 13) were studied. The results showed that all of the five herbicides caused decline of SPAD values in wheat leaves at different degrees on the 5th day after treating (DAT). All herbicide treatments resulted in serious impacts on photosynthetic rate, and inhibited significantly of the photosynthetic rates. The maximum of photosynthetic rate was decreased by 27% compared with control. Superoxide Dismutase (SOD) activity was significantly affected by the herbicide. It arised at first, then returned gradually to the control level. Activity of peroxidase (POD) increased first, and then decreased, but was lower than that of the control on the 30th DAT. Catalase (CAT) activity was sensitive to herbicide, which increased significantly on the 5th DAT, then gradually reduced until it returned to the control level. The effects of herbicides on malondialdehyde (MDA) content were relatively small. MDA content began to increase after herbicides spraying, but had no significant difference compared with control.

Keywords: herbicides; weak-gluten wheat; physiology; biochemistry; negative effect

近年来,麦田草害发生严重,我国每年因草害而引起的小麦减产约达 400 万 t^[1]。目前,国内外在麦田杂草防除技术上做了大量研究,提出了针对不同杂草群落的化学防草技术,还探索了光化学除草、电流除

草等高新技术。基于我国国情,化学除草将仍是我国当前最切实可行的除草方法^[2]。在实际生产中,由于除草剂品种选用或使用技术的不当,对作物造成负效应的报道屡见不鲜,如对当季或下茬作物产生药害及产量品质下降等现象时有发生^[2-3]。有研究表明,不同小麦品种对除草剂的敏感性存在较大差异,而同一小麦品种对不同除草剂的敏感性也不相同^[4]。除草剂的施用,即使是常规剂量对作物而言也是一种胁迫,有的作物表现上没有受到伤害,但无疑其体内生理生化已发生复杂变化^[4]。除草剂的这种负效应已经引起国内外学者的广泛重视,并开展了相关研究^[5-7]。本试验研

收稿日期:2010-01-16

基金项目:江苏省“六大人才高峰”项目(07-G-008);国家自然科学基金项目(30671224,30971729);江苏省农业支撑计划项目(BE2008366-1,BE2009426);江苏省高校自然科学基金重大基础研究项目(07KJAZ1022)

作者简介:王正贵(1982—),男,安徽贵池人,博士研究生,从事农产品安全与环境研究。E-mail:zhgwang08@foxmail.com

通讯作者:封超年 E-mail:Fengcn@yzu.edu.cn

究了施用 5 种除草剂后,对弱筋小麦扬麦 13 生理生化特性的影响。以阐明除草剂的负效应,为安全有效的使用除草剂提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 供试材料

10%苯磺隆可湿性粉剂(沈阳化工研究院试验厂生产);20%使它隆乳油(美国陶氏益农公司,通用名:氯氟吡氧乙酸);50%异丙隆可湿性粉剂(苏州市宝带农药有限公司);69 g·L⁻¹ 骠马水乳剂(拜耳作物科学公司,通用名:精噁唑禾草灵);25%绿麦隆可湿性粉剂(江苏快达农化股份有限公司)。弱筋小麦扬麦 13(江苏里下河地区农科所提供)。

1.2 试验设计

试验于 2008—2009 年在扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室试验场进行,试验地前茬为水稻,土壤质地为粘土,0~20 cm 土壤 pH 值 6.85,有机质含量 2.6%,全氮含量 75.01 mg·kg⁻¹,速效氮 12.35 mg·kg⁻¹,速效钾 21.41 mg·kg⁻¹,速效磷 79.01 mg·kg⁻¹。试验共设 15 个处理,重复 3 次,每小区面积为 30 m²,小麦种植密度为 240×10⁴ 株·hm⁻²。5 种除草剂的喷药浓度分别为商品制剂的 1/2 推荐剂量、推荐剂量、2 倍推

荐剂量,以喷清水为对照。于 2009 年 3 月 9 日用手持式喷雾器喷药,用液量为 600 kg·hm⁻²。

1.3 测定项目与方法

分别于喷药后 5、10、15、30 d 采取小麦剑叶,测定相关生理生化指标。测定方法:叶绿素相对含量(SPAD 值)用日本产 SPAD 仪测定,光合速率采用美国产 LI-6400 便携式光合仪测定,超氧化物歧化酶(SOD)活性采用 NBT 光化还原法测定^[8],过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外吸收法^[8],膜脂过氧化产物(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定^[8]。所有试验数据均采用 Excel、DPS 等软件进行计算和统计分析。

2 结果与分析

2.1 除草剂对小麦剑叶 SPAD 值的影响

除草剂对小麦剑叶 SPAD 值的影响因除草剂品种及施用剂量而异(表 1)。施药后 5 d,异丙隆、苯磺隆、绿麦隆引起 SPAD 值下降明显,SPAD 值下降达显著或极显著水平,说明扬麦 13 对该 3 种药剂较为敏感,使它隆和骠马对其影响相对较小。施药 10 d 后的 3 次测定,仅异丙隆倍量处理仍使 SPAD 值下降,但影响明显减缓。处理后 5 d 和 15 d 异丙隆剂量越高小

表 1 除草剂对扬麦 13 叶片 SPAD 值的影响
Table 1 Effects of herbicides on SPAD value in wheat flag leaves

除草剂 Herbicide	施药浓度/mL·hm ⁻² Application rate	处理后时间 Days after treating/d			
		5	10	15	30
苯磺隆 Tribenuron-methyl	75	47.98±1.95*	52.78±2.39	50.60±1.89	50.80±2.08
	150	48.04±3.43*	52.42±3.53	51.43±1.75	50.11±1.28
	300	49.83±2.49	53.26±3.83	50.70±1.35	49.56±1.94*
使它隆 Fluroxypyr	375	49.01±2.19	52.37±2.18	51.66±1.99	51.48±1.70
	750	48.35±3.24	54.98±2.92	50.59±1.15	51.35±1.92
	1 500	50.42±2.55	55.84±2.37*	51.89±1.87	50.77±1.70
异丙隆 Isoproturon	1 125	47.85±1.93*	53.73±2.74	51.29±1.17	52.82±2.23
	2 250	45.92±3.28**	52.56±1.75	49.65±1.70*	51.14±1.90
	4 500	44.36±2.47**	49.65±2.25*	48.33±2.35**	48.86±2.20*
骠马 Fenoxaprop-ethyl	375	50.51±2.23	51.62±2.52	53.28±2.89	50.99±2.61
	750	51.09±4.25	53.16±2.42	51.98±2.67	51.81±2.22
	1 500	48.65±3.45	52.33±2.01	51.28±2.36	52.26±2.16
绿麦隆 Chlortoluron	3 750	48.46±3.27	51.45±3.12	50.56±1.56	50.00±2.93
	7 500	48.20±2.92*	50.95±4.31	51.13±1.41	53.34±3.93
	15 000	47.48±2.64*	52.83±2.87	50.44±2.39	53.41±2.61
对照 CK	0	50.71±2.92	52.67±2.48	51.60±1.31	51.84±2.37

注:数值为平均数±标准差(SD),*、** 分别表示差异达 0.05 和 0.01 显著水平。下文同此。
Note:The values mean average ± standard deviation(SD),*,** mean difference significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively .The same are as in the following tables.

麦 SPAD 值越低,说明除草剂剂量增加对 SPAD 值影响作用增大。处理后 5、10、15、30 d,异丙隆倍量处理的 SPAD 值显著低于对照,说明异丙隆对小麦 SPAD 值影响的持续时间较长。

2.2 除草剂对小麦剑叶光合速率的影响

从表 2 结果可以看出,处理后的 5、10、15、30 d 测定,各除草剂对光合速率均表现出抑制作用,其中异丙隆倍量处理抑制作用最显著,抑制率达 27%,其次为绿麦隆、苯磺隆(使用 LSR 法分析比较),使它隆和骠马无显著影响。从表 1 的结果可以看出,除草剂对光合速率与 SPAD 值的影响基本一致,说明光合作用的下降可能是由于 SPAD 值的下降引起的。

2.3 除草剂对小麦剑叶 SOD 活性的影响

除草剂处理后 5 d,各处理剑叶 SOD 活性与对照相比无显著性差异(表 3)。药后 10 d,部分处理与对照比较 SOD 活性上升,其中异丙隆 3 种剂量处理 SOD 活性增加均达极显著水平。15 d 时 SOD 活性仍高于对照,苯磺隆、异丙隆、绿麦隆达显著或极显著水平。30 d 时异丙隆倍量处理 SOD 活性仍显著高于对照,而苯磺隆 300 mL·hm⁻²、绿麦隆 3 750 mL·hm⁻² 处理 SOD 活性显著低于对照,其余处理 SOD 活性已基本趋于对照。整体来看,除草剂处理后 5~15 d,小麦 SOD 活性呈缓慢上升趋势,至 15 d 左右活性有所下降,30 d 活性又恢复,逐渐趋于对照。

2.4 除草剂对小麦剑叶 POD 活性的影响

除草剂处理后 5 d 异丙隆常量与倍量处理 POD 活性与对照相比明显升高(表 4),最高升幅达 18.2%,其余处理与对照差异不显著。10 d 时苯磺隆、异丙隆、绿麦隆倍量处理 POD 活性显著高于对照,其余差异不显著。至 15 d 时异丙隆常量与倍量处理、绿麦隆倍量处理 POD 活性显著高于对照。30 d 时 POD 活性大幅升高,其中异丙隆、绿麦隆、苯磺隆部分处理显著低于对照。由此说明,异丙隆常用量和倍量处理对 POD 活性有显著影响,苯磺隆和绿麦隆倍量时有显著影响。

2.5 除草剂对小麦剑叶 CAT 活性的影响

药后 5 d,各药剂常量与倍量处理(使它隆常量除外)CAT 活性升高均达极显著水平(表 5),说明小麦剑叶 CAT 活性对除草剂比较敏感。药后 10 d,CAT 活性与 5 d 相比大幅升高,常量与倍量处理与对照差异仍显著。15 d,CAT 活性还在升高,但与对照差异在逐渐减小,各除草剂的倍量处理 CAT 活性仍然显著高于对照,说明施药剂量越高对 CAT 活性影响越大。至 30 d,各处理与对照比较 CAT 活性差异进一步减小,除异丙隆、苯磺隆较高剂量处理外,其余处理与对照差异均不显著。

2.6 除草剂对小麦剑叶 MDA 含量的影响

从表 6 中可以看出,5 种除草剂处理后,小麦剑

表 2 除草剂对扬麦 13 剑叶净光合速率(μmol·m⁻²·s⁻¹)的影响
Table 2 Effects of herbicides on photosynthetic rate in wheat flag leaves

除草剂 Herbicide	施药浓度/mL·hm ⁻² Application rate	处理后时间 Days after treating/d			
		5	10	15	30
苯磺隆 Tribenuron-methly	75	21.96±1.36	20.24±1.10	20.30±1.09*	20.81±1.23
	150	21.44±1.36*	19.81±0.98*	19.91±0.47*	19.81±0.98*
	300	21.58±0.54	21.51±0.88	21.21±0.91	21.33±0.65
使它隆 Fluroxypyr	375	22.33±1.35	21.41±1.46	20.60±0.58	20.76±0.85
	750	22.36±1.80	20.23±1.08	20.78±1.69	20.23±1.08
	1 500	22.54±1.14	20.91±1.96	21.71±2.08	20.91±1.96
	3 750	22.54±1.14	20.91±1.96	21.71±2.08	20.91±1.96
异丙隆 Isoproturon	1 125	21.04±1.70**	20.76±1.01	19.99±1.11*	20.79±1.00
	2 250	20.19±0.93**	19.68±0.85**	20.80±1.24	19.68±1.46*
	4 500	19.91±1.17**	16.94±3.13**	20.06±1.76*	18.31±1.70**
骠马 Fenoxaprop-ethyl	375	21.99±1.00	20.38±1.42	21.33±1.67	20.68±1.53
	750	22.70±1.89	20.89±1.52	20.96±1.46	20.86±1.10
	1 500	22.85±1.46	21.19±1.24	20.91±1.45	21.21±0.84
	3 750	22.15±1.37	20.60±0.99	20.38±0.49	20.79±0.10
绿麦隆 Chlortoluron	7 500	21.16±0.87*	21.48±1.12	21.23±0.99	20.29±1.19
	15 000	21.23±0.86*	15.98±2.92**	20.15±2.41*	18.10±2.96**
	30 000	21.23±0.86*	15.98±2.92**	20.15±2.41*	18.10±2.96**
对照 CK	0	22.65±1.53	21.81±1.83	21.68±1.29	21.30±1.61

表 3 除草剂对扬麦 13 剑叶 SOD 活性($\text{g}^{-1}\text{FW}\cdot\text{h}^{-1}$)的影响
Table 3 Effects of herbicides on SOD activity in wheat flag leaves

除草剂 Herbicide	施药浓度/ $\text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ Application rate	处理后时间 Days after treating/d			
		5	10	15	30
苯磺隆 Tribenuron-methly	75	317.50±9.19	327.75±2.62	375.30±21.07	488.85±0.92
	150	263.40±14.12	422.60±34.51**	342.70±13.86	401.75±56.92
	300	229.50±70.00	347.25±4.88	449.05±17.89**	380.40±1.70*
使它隆 Fluroxypyr	375	230.00±14.14	378.00±14.71	313.65±57.06	478.15±5.02
	750	243.25±75.17	351.00±38.18	301.95±8.98	432.95±34.72
	1 500	222.90±32.39	403.35±13.22*	307.95±16.62	402.50±3.54
异丙隆 Isoproturon	1 125	282.85±29.76	421.65±18.17**	367.25±17.75	427.65±66.96
	2 250	294.75±40.16	450.60±46.10**	308.85±25.67	432.10±18.53
	4 500	297.75±50.98	425.45±40.09**	438.55±46.17**	545.90±34.51**
骠马 Fenoxaprop-ethyl	375	281.00±9.90	365.10±13.86	369.50±17.68	492.65±44.76
	750	331.50±72.83	368.80±2.55	331.70±45.68	415.20±9.90
	1 500	222.20±25.17	412.00±33.94**	376.60±59.68	405.50±9.19
绿麦隆 Chlortoluron	3 750	329.00±2.26	371.55±7.00	383.20±22.06	368.55±55.79**
	7 500	237.30±12.16	440.00±28.28**	443.80±16.97**	422.50±33.23
	15 000	291.50±68.59	436.35±17.75**	317.65±62.72	470.75±25.53
对照 CK	0	273.15±12.80	326.50±31.82	341.60±7.21	458.15±37.55

表 4 除草剂对扬麦 13 剑叶 POD($\text{g}^{-1}\text{FW}\cdot\text{min}^{-1}$)活性的影响
Table 4 Effects of herbicides on POD activity in wheat flag leaves

除草剂 Herbicide	施药浓度/ $\text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ Application rate	处理后时间 Days after treating/d			
		5	10	15	30
苯磺隆 Tribenuron-methly	75	36.15±1.34	30.55±0.50	32.05±0.64	68.12±7.85
	150	35.05±0.64	25.75±3.18	26.30±0.42	63.50±0.85
	300	34.65±2.62	33.60±5.52*	32.00±0.28	52.90±1.84*
使它隆 Fluroxypyr	375	35.55±0.64	27.85±1.06	28.95±0.64	71.43±5.73
	750	32.40±5.10	27.35±0.35	30.15±1.06	65.10±3.89
	1 500	37.75±0.36	24.60±1.41	31.90±0.28	55.15±13.01
异丙隆 Isoproturon	1 125	29.40±4.53	28.40±2.26	25.65±1.63	57.52±1.34
	2 250	38.20±1.41*	25.52±0.14	34.05±3.89*	51.57±0.50*
	4 500	42.15±0.50**	35.91±1.70**	34.95±0.92*	48.80±1.13**
骠马 Fenoxaprop-ethyl	375	38.80±6.30	28.40±0.07	29.12±1.48	55.63±0.21
	750	40.70±0.42	25.70±0.21	26.13±1.56	58.50±11.88
	1 500	31.72±0.64	27.70±0.57	27.00±0.71	60.80±0.99
绿麦隆 Chlortoluron	3 750	33.91±0.99	31.10±0.42	29.80±0.71	55.83±1.20
	7 500	29.52±1.70	30.22±2.19	30.20±0.85	53.82±11.67*
	15 000	33.83±0.85	33.53±0.14*	34.82±6.29*	69.37±3.18
对照 CK	0	34.35±1.91	28.70±0.57	29.30±1.84	66.40±1.56

叶 MDA 含量多数处理有不同程度升高,并随着施药剂量的增加,产生的效应也增加。药后 5 d,各处理 MDA 含量与对照差异不显著。10 d,除使它隆倍量外,其余各处理 MDA 含量与对照相比均不同程度升高,其中异丙隆、绿麦隆倍量处理升高显著。药后 15、30 d 多数处理 MDA 含量与对照差异不显著。总体来

说,除草剂对 MDA 含量影响相对小于对 SOD、POD、CAT 的效应。

3 讨论

前人研究认为,除草剂在正常剂量下一般不会造成适用作物药害,但其对作物来说是一种胁迫,可对

表 5 除草剂对扬麦 13 剑叶 CAT($\text{g}^{-1}\text{FW}\cdot\text{h}^{-1}$)活性的影响
Table 5 Effects of herbicides on CAT activity in wheat flag leaves

除草剂 Herbicide	施药浓度/ $\text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ Application rate	处理后时间 Days after treating/d			
		5	10	15	30
苯磺隆 Tribenuron-methly	75	0.15±0.06	1.45±0.26	4.15±0.07	6.72±0.23
	150	0.39±0.01**	3.13±0.08**	8.05±0.18**	8.87±0.83
	300	0.39±0.03**	3.26±0.29**	8.98±0.22**	9.11±0.35*
使它隆 Fluroxypyr	375	0.15±0.09	1.29±0.03	3.25±0.21	8.54±0.74
	750	0.26±0.18	1.47±0.09	4.51±0.40	8.85±0.88
	1 500	0.37±0.01**	2.19±0.10**	5.68±0.33**	8.62±0.83
异丙隆 Isoproturon	1 125	0.42±0.09**	1.73±0.07*	4.02±2.43	8.01±0.24
	2 250	0.43±0.07**	4.68±0.20**	9.89±0.14**	9.06±1.01*
	4 500	0.44±0.13**	4.74±0.17**	9.92±0.40**	9.29±0.45*
骠马 Fenoxaprop-ethyl	375	0.33±0.04*	1.31±0.02	2.75±0.06	6.88±0.51
	750	0.43±0.01**	1.22±0.09	3.16±0.04	6.79±0.28
	1 500	0.41±0.02**	1.92±0.06**	4.93±0.14*	6.85±0.340
绿麦隆 Chlortoluron	3 750	0.21±0.01	1.06±0.07	2.90±0.18	7.89±0.57
	7 500	0.41±0.04**	4.47±0.37**	4.35±0.34	8.91±0.89
	15 000	0.43±0.13**	4.59±0.23**	7.31±0.21**	9.02±0.10
对照 CK	0	0.17±0.06	1.22±0.21	3.66±0.18	7.67±0.28

表 6 除草剂对扬麦 13 剑叶 MDA 含量($\text{nmol}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$)的影响
Table 6 Effects of herbicides on MDA content in wheat flag leaves

除草剂 Herbicide	施药浓度/ $\text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ Application rate	处理后时间 Days after treating/d			
		5	10	15	30
苯磺隆 Tribenuron-methly	75	10.25±2.99	7.31±1.15	7.77±0.54	7.09±0.83
	150	11.58±0.16	6.96±0.80	8.36±0.69	7.01±0.08
	300	13.64±1.09	6.93±1.78	9.91±1.07	7.61±0.25
使它隆 Fluroxypyr	375	12.08±0.44	6.86±0.70	9.08±0.61	6.97±0.33
	750	8.53±1.74	7.12±1.07	7.95±1.41	6.79±0.47
	1 500	10.81±2.09	5.98±1.35	10.14±0.07	6.06±0.60
异丙隆 Isoproturon	1 125	13.38±0.91	7.41±2.68	8.20±0.33	6.84±0.30
	2 250	13.91±0.04	7.92±0.04	7.07±1.22	7.53±0.25
	4 500	14.61±2.72	9.43±1.39*	7.44±0.06	7.93±0.06
骠马 Fenoxaprop-ethyl	375	8.76±2.76	7.46±0.35	10.15±2.63	7.13±0.30
	750	12.93±2.72	7.70±2.12	8.31±0.21	5.88±0.51
	1 500	14.30±0.01	7.14±0.85	9.02±0.13	6.47±0.14
绿麦隆 Chlortoluron	3 750	9.35±0.50	9.02±1.48	10.66±2.04	7.49±0.55
	7 500	10.52±0.20	8.06±1.40	9.91±1.61	6.47±0.93
	15 000	8.52±3.06	9.53±0.02*	12.79±2.14**	7.68±0.06*
对照 CK	0	12.49±1.93	6.42±1.12	8.48±1.42	6.52±0.48

作物生长、生理产生影响^[9-12]。本试验结果表明,苯磺隆等 5 种除草剂使用后小麦叶片叶绿素相对含量 (SPAD 值)比对照明显降低,光合速率显著下降。这与吴进才、袁树忠等^[12-14]研究结论一致。光合速率与叶绿素含量变化趋势基本一致,说明光合作用的下降可能是由于叶绿素含量的下降引起的。叶绿素下降的原

因可能是除草剂降低了叶绿素的生物合成,或者是由于活性氧的积累,细胞膜受伤,叶绿素分解加快^[16]。除草剂处理后小麦体内 MDA 含量升高,MDA 是膜脂过氧化产物,其含量反映了作物细胞膜受伤害的程度,这进一步说明叶绿素含量的减少主要是由于细胞膜受到伤害,叶绿素分解加速。植物体内有一套复杂的

活性氧清除系统来保护植物细胞免受活性氧的损伤,这些活性氧的清除能力可能是植物抗逆的一个关键因子^[15]。小麦植株体内活性氧清除系统相关酶活性明显受到除草剂影响,SOD、POD、CAT等活性药后5~15 d应激升高,其后逐渐恢复至对照水平,这说明小麦植株自身有着较强的生理适应性,在供试除草剂各浓度范围内,能有效清除体内产生的活性氧,最大程度减少小麦所受到的胁迫。

本试验还表明,不同的除草剂不同的施用浓度对小麦生理生化的影响程度有差异。整体来说,除草剂品种间差异较大,而施用浓度间差异较小,这可能是不同除草剂的作用机制及小麦本身对除草剂的胁迫有不同反应所致^[12,16]。吴进才、袁树忠^[12,14]等研究认为,除草剂对植株引起的生理生化变化大多不利于植株对病虫的抗性,例如除草剂处理后造成了褐飞虱取食量增加、存活率提高、繁殖倍数增大及抗虫性下降等。这些生理生化变化虽然与对照相比可能不显著,但无疑对作物来说是有害的,应引起足够的重视。

4 结论

本试验所选5种除草剂都是当前防除麦田杂草大面积使用的化学药剂,在本试验条件下5种除草剂均显著影响了小麦生理生化指标,依其整体表现来看,影响的程度依次为异丙隆>苯磺隆>绿麦隆>使它隆>骠马。对多数除草剂来说,在药后15 d之前对小麦生理生化指标影响较为显著,其后逐渐减弱直至恢复到对照水平。值得提出的是异丙隆与苯磺隆,这两种除草剂在生产上使用非常广泛,目前被认为是安全、无副作用的,而在本试验中其表现出对小麦生理生化影响程度大,作用时间长,这应该引起生产者重视。

参考文献:

- [1] 张泽溥. 我国农田杂草治理技术的发展[J]. 植物保护, 2004, 30(2): 28-33.
- [2] 李广领, 陈锡岭, 秦雪峰, 等. 5种除草剂对百农矮抗58的安全性[J]. 农药, 2007, 46(2): 132-134.
- [3] 娄国强, 吕文彦, 职明星. 苯磺隆、苄嘧磺隆对不同小麦品种安全性及叶绿素含量的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 317-320.
- [4] 刘井兰, 于建飞, 印建莉, 等. 化学农药对植物生理生化影响的研究进展[J]. 农药, 2006, 45(8): 511-514.
- [5] Ning Hui Song, Xiao Le Yin, Guo Feng Chen, et al. Biological responses of wheat (*Triticum aestivum*) plants to the herbicide chlorotoluron in soils[J]. *Chemosphere*, 2007, 68: 1779-1787.
- [6] 吴进才, 许俊峰, 冯绪猛, 等. 稻田常用农药对水稻3个品种生理生化的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(5): 536-541.
- [7] 吴进才, 王爱华, 许俊峰, 等. 两种选择性农药的使用对刺激三化螟产卵及水稻生化影响的研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(10): 1163-1170.
- [8] 中国科学院上海植物生理研究所, 上海植物生理学会编. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [9] 袁树忠, 吴进才, 徐建祥, 等. 丁草胺等除草剂对水稻生理生化的影响[J]. 植物保护学报, 2001, 28(3): 274-278.
- [10] 韩玉军, 赵长山. 丙草胺对水稻生理生化特性的影响[J]. 植物保护学报, 2008, 35(2): 189-190.
- [11] 吴进才, 刘井兰, 沈迎春, 等. 农药对不同水稻品种SOD活性的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35(4): 451-456.
- [12] 党建友, 张定一, 裴雪霞, 等. 除草剂对优质小麦品质和旗叶保护酶的调控效应[J]. 应用与环境生物学报, 2008, 14(1): 18-23.
- [13] 张承东, 韩朔葵, 张爱茜. 除草剂苯噻草胺胁迫对水稻活性氧清除系统的影响[J]. 农业环境保护, 2001, 20(6): 411-413, 417.
- [14] 张定一, 杨武德, 党建友, 等. 除草剂对强筋小麦产量及生理特性的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2007, 13(3): 294-300.
- [15] 党建友, 张定一, 裴雪霞, 等. 除草剂对冬小麦光合特性、籽粒产量及品质的调控效应[J]. 西北植物学报, 2007, 27(7): 1438-1445.
- [16] 沈燕, 封超年, 李邵, 等. 农药对干旱胁迫下小麦幼苗生理生化特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2007, 3: 16-19.