

文章编号: 1003-8701(2015)02-0081-06

## 2,4-D 丁酯土壤处理对大豆出苗及生长的影响

林祥萍, 赵长山\*, 李 灼, 何付丽

(东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

**摘要:**通过盆栽试验,探讨了2,4-D丁酯土壤封闭处理对黑龙江3个大豆主栽品种东农52、合丰55、黑河48的出苗、株高、茎粗、鲜重、叶长和叶宽的影响。结果表明:(1)2,4-D丁酯施药量540 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,3个品种大豆真叶叶长、叶宽小于对照,且黑河48的植株鲜重降低;对3个品种大豆其他指标及东农52、合丰55鲜重无影响。仅以鲜重为判定指标,黑河48较其他两个品种大豆更敏感;(2)2,4-D丁酯施药量1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,3个供试品种大豆出苗率正常,但茎基部畸形膨大,株高、鲜重以及真叶叶长、叶宽生长均受抑制。敏感品种黑河48大豆受害最重,最终减产;(3)2,4-D丁酯施药量达到或超过1620 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,3个品种大豆出苗率过低。东农52、黑河48大豆均减产;(4)施药量2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,供试3个品种大豆出苗率过低,且叶长、叶宽生长受抑制时间过长,最终3个品种大豆均减产。

**关键词:**2,4-D丁酯;大豆;出苗;生长

**中图分类号:**S482.4

**文献标识码:**A

**DOI:**10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.02.022

### Effect of 2,4-D Butylate Treatment of Soil on Emergence Rate and Growth of Soybean

LIN Xiang-ping, ZHAO Chang-shan\*, LI Zhuo, HE Fu-li

(College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin, 150030 China)

**Abstract:** Effect of 2,4-D butylate treatment of soil on emergence rate, plant height, stem diameter, fresh weight, leaf length and width of three main cultivars in Heilongjiang Province, Dongnong 52, Hefeng 55 and Heihe 48, was studied in the paper by pot-cultured experiment. The results indicated that when the application rate was 540 g/hm<sup>2</sup>, only leaf length and width of true leaf of these three soybean cultivars and fresh weights of Heihe 48 reduced. If we take the fresh weight as the only evaluating indicator, Heihe 48 was more sensitive than the other two cultivars; When the application rate was 1080 g/hm<sup>2</sup>, emergence rates were normal, but stem bases expanded and plant heights, fresh weights and leaf lengths and widths all reduced. Yield of the most sensitive cultivar Heihe 48 decreased. When the application rate reached or exceeded 1620 g/hm<sup>2</sup>, emergence rates of three soybean cultivars reduced significantly. Yield of Dongnong 52 and Heihe 48 reduced. When the application rate reached 2160 g/hm<sup>2</sup>, emergence rates of three soybean cultivars were too low, and leaf lengths and widths were inhibited for too long, thus yield of all three cultivars reduced.

**Key words:** 2,4-D butylate; Soybean; Emergence; Growth

大豆属粮油兼用作物,在我国人民食品构成中具有不可代替的作用<sup>[1]</sup>,所以其在农业生产中具有重要地位。黑龙江省是我国重要的大豆生产基地,也是全球最主要的非转基因大豆生产基地<sup>[2]</sup>。转基因大豆田杂草防除主要是灭生性除草剂草甘

膦,而非转基因大豆田化学除草难度相对较大。虽然除草剂种类很多,但防除阔叶杂草的除草剂都有一定的安全隐患,历年药害事件屡见不鲜。因此有必要进一步探讨大豆田防除阔叶杂草除草剂的安全高效应用技术。

2,4-D丁酯对大豆没有选择性,只能靠垂直位差选择应用于大豆田,但由于其成本低、对大豆田常规除草剂无法防除的杂草防除效果较好而成为黑龙江省大豆田防除阔叶杂草的常用除草剂品种<sup>[3]</sup>。由于其在大豆田应用的基本原理是垂直

收稿日期:2014-10-16

基金项目:东北农业大学青年启动基金(2011QNZ18)

作者简介:林祥萍(1991-),女,在读硕士,从事杂草化学防除技术研究。

通讯作者:赵长山,男,教授,E-mail: csz\_hlj@sohu.com

位差,所以只能在大豆播种后出苗前进行土壤处理,其对大豆的安全性受应用技术和应用条件的影响很大。本试验目的在于通过盆栽试验探讨2,4-D丁酯土壤处理对大豆出苗及生长的影响,以及不同品种大豆对2,4-D丁酯的敏感性差异,为正确地诊断2,4-D丁酯对大豆的药害并采取相应的挽救措施提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试药剂

72% 2,4-D丁酯乳油(大连松辽化工公司)。

### 1.2 供试大豆品种

东农52(东北农业大学大豆研究所),第一积温带。合丰55(黑龙江省农业科学院合江农业科学研究所),第二积温带。黑河48(黑龙江省农业科学院黑河农业科学研究所),第三、四积温带。

### 1.3 主要仪器设备

KNAPSACK Hydraulic Sprayer 背负式喷雾器(4喷头,喷嘴间距50 cm,喷液压力为20psi,喷嘴型号为TEEJET 8002VS,喷液量300L/hm<sup>2</sup>),游标

卡尺,电子分析天平。

### 1.4 试验方法

室外盆栽试验于东北农业大学实验基地进行。盆高30 cm,直径20 cm,每盆内播种大豆种子30粒,覆土3cm,控制水分。在播种后4 d施药,2,4-D丁酯施药量设540、1080、1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>四个水平,随机区组排列,4次重复,喷清水做空白对照。

在大豆出苗后调查出苗率;施药后第10 d,20 d,30 d,40 d,60 d分别调查大豆株高、茎粗和鲜重;大豆生长至V<sub>c</sub>、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>、V<sub>4</sub>期分别测定真叶及第一、二、三、四片三出复叶的叶长、叶宽。株高和叶长、叶宽使用直尺测量,茎粗使用游标卡尺测量,单株鲜重使用电子分析天平测量。

试验原始数据的整理采用Excel2003软件完成,使用DPS10.15统计软件中新复极差法(Duncan Method)对试验数据进行差异显著性分析。

$$\text{出苗率}(\%) = \frac{\text{实际出苗株数}}{\text{播种数}} \times 100\%$$

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{\text{空白对照(株高、茎粗或鲜重)} - \text{药剂处理(株高、茎粗或鲜重)}}{\text{空白对照(株高、茎粗或鲜重)}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 2,4-D丁酯对大豆出苗率的影响

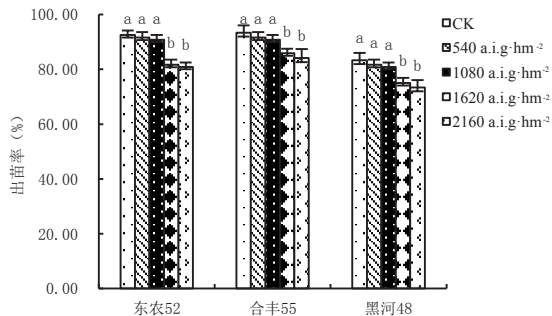


图1 2,4-D丁酯对3个品种大豆出苗率的影响

注:新复极差法多重比较,同一大豆品种不同字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

播后苗前土壤封闭处理施用2,4-D丁酯,对供试3个品种大豆的出苗率影响趋势一致。2,4-D丁酯施药量540、1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,东农52、合丰55、黑河48的出苗率均与其对照无显著差异,施药量1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,供试3个品种大豆的出苗率均显著低于各自对照的出苗率(见图1)。

### 2.2 2,4-D丁酯对大豆株高的影响

2,4-D丁酯施药量540 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,供试3个品种大豆的株高与对照无显著差异,施药量1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>及以上各处理,供试3个品种大豆的株高均显著低于对照,但随着时间的推移,这种影响恢复的时间及程度不同。东农52在2,4-D丁酯施药量为1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时,施药后20 d株高生长恢复正常,而施药量为1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时施药后60 d仍未恢复;合丰55在2,4-D丁酯施药量为1080、1620 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时,施药后40 d以前的大豆株高均显著低于对照,施药后60 d恢复正常,而施药量为2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>对大豆株高的影响,在施药后60 d仍未恢复正常;2,4-D丁酯施药量为1080、1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时对黑河48株高的影响,直到施药后60 d仍不能恢复正常(见表1、表2、表3)。

### 2.3 2,4-D丁酯对大豆茎粗的影响

2,4-D丁酯施药量为540 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时,对供试3个品种大豆的茎粗生长均无影响,其他处理大豆主茎膨大畸形,但供试3个品种显症和恢复情况表现不一。

东农52在2,4-D丁酯施药量为1080、1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时,施药后10 d大豆主茎变粗,20 d后恢复正常(见表4)。

表1 2,4-D丁酯对东农52株高的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)
CK	6.27±0.13a	-	13.58±0.37a	-	19.52±0.30a	-	28.70±1.14a	-	53.98±1.53a	-
540	6.22±0.23a	0.80	13.53±0.18a	0.37	19.47±0.70a	0.26	27.35±1.19a	4.70	53.87±1.31a	0.20
1080	5.10±0.18b	18.73	12.48±0.35ab	8.10	17.68±0.28ab	9.44	26.02±0.25ab	9.34	52.49±1.83a	2.76
1620	5.08±0.38b	19.12	11.13±0.69b	18.04	15.59±1.29bc	20.11	22.95±1.39b	20.03	47.16±0.36b	12.63
2160	3.73±0.26c	40.64	8.87±0.63c	34.72	13.72±0.58c	29.72	18.57±0.47c	35.28	44.88±1.84b	16.85

注:新复极差法多重比较,同列不同字母表示差异显著(P<0.05),下同

表2 2,4-D丁酯对合丰55株高的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)
CK	8.30±0.12a	-	15.22±0.37a	-	24.09±0.57a	-	34.87±0.58a	-	56.37±1.42a	-
540	8.15±0.25a	1.81	15.17±0.29a	0.33	23.90±0.77a	0.80	33.86±0.74ab	2.90	54.47±1.31a	3.38
1080	6.42±0.08b	22.59	13.15±0.21b	13.63	21.19±0.85b	12.04	31.13±1.41b	10.73	53.86±1.25a	4.46
1620	6.15±0.33b	25.90	12.45±0.48b	18.23	18.26±1.21c	24.21	27.59±1.52c	20.86	53.83±1.70a	4.51
2160	4.07±0.22c	50.90	8.68±0.71c	43.02	15.06±1.24d	37.50	22.97±1.02d	34.13	46.79±1.78b	16.99

表3 2,4-D丁酯对黑河48株高的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)	株高 (cm)	抑制率 (%)
CK	7.02 ± 0.08a	-	13.29 ± 0.24a	-	22.63 ± 0.70a	-	34.88 ± 0.83a	-	51.12 ± 1.26a	-
540	6.85 ± 0.28a	2.49	13.18 ± 0.45a	0.88	21.13 ± 0.89a	6.59	33.46 ± 1.05a	4.09	47.90 ± 2.00a	6.31
1080	5.25 ± 0.06b	25.27	11.30 ± 0.10b	14.98	19.38 ± 1.06b	14.33	28.54 ± 0.31b	18.18	42.65 ± 2.40b	16.58
1620	4.95 ± 0.15b	29.54	10.32 ± 0.50b	22.32	16.82 ± 0.72c	25.67	25.81 ± 1.45c	25.99	42.63 ± 1.46b	16.63
2160	4.15 ± 0.20c	40.93	10.29 ± 0.21b	22.57	16.29 ± 0.90d	27.99	24.79 ± 0.74c	28.93	38.90 ± 0.52b	23.91

表4 2,4-D丁酯对东农52茎粗的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)
CK	3.17±0.16b	-	3.54±0.15a	-	3.71±0.13a	-	4.32±0.25a	-	6.08±0.03a	-
540	3.39±0.13ab	-6.94	3.51±0.08a	0.85	3.69±0.15a	0.54	3.96±0.15a	8.33	5.97±0.03a	1.73
1080	3.66±0.11a	-15.50	3.48±0.08a	1.69	3.63±0.10a	2.16	4.11±0.29a	4.86	5.87±0.08a	3.41
1620	3.57±0.10a	-12.60	3.53±0.17a	0.28	3.58±0.19a	3.50	3.92±0.15a	9.26	5.85±0.07a	3.74
2160	3.67±0.07a	-15.80	3.69±0.09a	-4.24	3.35±0.03a	9.70	3.97±0.28a	8.10	5.82±0.02a	4.20

合丰55在施药量为1080、1620 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时大豆主茎变粗,施药后20 d恢复正常,但施药量为2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>的处理,施药后20 d以前大豆主茎变粗,施药后30 d反而变细,40 d后与对照

无显著差异(见表5)。

黑河48在2,4-D丁酯施药量为1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时,施药后10 d大豆主茎变粗,30 d恢复正常(见表6)。

表5 2,4-D丁酯对合丰55茎粗的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)
CK	3.13±0.06c	-	3.65±0.11b	-	3.73±0.10a	-	3.89±0.21a	-	6.15±0.06a	-
540	3.27±0.08c	-4.47	3.63±0.16b	0.55	3.65±0.10a	2.14	3.85±0.11a	1.03	6.13±0.04a	0.33
1080	3.60±0.04b	-15.02	3.64±0.07b	0.27	3.62±0.16a	2.95	3.49±0.12a	10.28	6.05±0.09a	1.75
1620	3.42±0.06b	-9.27	3.89±0.08a	-6.58	3.67±0.15a	1.61	3.83±0.28a	1.54	5.99±0.01a	2.64
2160	3.88±0.10a	-23.96	3.88±0.18a	-7.12	3.27±0.07b	12.33	3.95±0.16a	-1.54	5.98±0.04a	2.88

表6 2,4-D丁酯对黑河48茎粗的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)	茎粗 (mm)	抑制率 (%)
CK	3.04±0.10c	-	3.86±0.10a	-	3.74±0.11a	-	3.85±0.08a	-	5.81±0.10a	-
540	3.33±0.03bc	-9.54	3.81±0.02a	1.30	3.73±0.10a	0.27	3.84±0.18a	0.26	5.8±0.13a	0.13
1080	3.46±0.14bc	-13.82	3.61±0.14ab	6.48	3.49±0.05a	6.68	3.97±0.04a	-3.12	5.75±0.04a	1.03
1620	3.99±0.17a	-31.25	3.39±0.08b	12.18	3.48±0.16a	6.95	3.89±0.13a	-1.04	5.74±0.19a	1.21
2160	3.73±0.21ab	-22.7	3.38±0.09b	12.44	3.5±0.14a	6.42	3.82±0.15a	0.78	5.74±0.07a	1.21

#### 2.4 2,4-D丁酯对大豆鲜重的影响

2,4-D丁酯对大豆东农52、合丰55植株鲜重生长的影响结果相似。2,4-D丁酯施药量540 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,大豆鲜重与对照无显著差异,但施药量增至1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,在施药后10 d、20 d、30 d对大豆鲜重生长有抑制作用,40 d后恢复正常。而施药量增加到1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>时,施药后60d内的大豆鲜重均显著低于对照(见表7、表8);

对于大豆黑河48,2,4-D丁酯施药量540、1080、1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>均抑制大豆植株鲜重生长。施药量540 a.i.g·hm<sup>-2</sup>的植株鲜重在施药后10 d、20 d显著低于对照,30 d后恢复正常。施药量增至1080、1620 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,60 d后才恢复正常。而施药量增至2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,直至60 d仍未恢复正常生长(见表9)。

表7 2,4-D丁酯对东农52鲜重的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)
CK	1.79±0.02a	-	3.7±0.03a	-	7.01±0.04a	-	11.05±0.57a	-	38.89±0.73a	-
540	1.78±0.02a	0.56	3.66±0.05a	0.95	6.80±0.02a	3.00	10.98±0.27a	0.63	36.21±0.47a	6.88
1080	1.72±0.02b	3.91	3.24±0.04b	12.51	6.67±0.04b	4.85	10.68±0.35a	3.35	32.92±1.84a	15.35
1620	1.70±0.04b	5.03	2.68±0.01c	27.59	5.70±0.03c	18.69	9.51±0.44b	13.94	29.77±1.54b	23.45
2160	1.48±0.02c	17.32	2.32±0.02d	37.12	3.88±0.02d	44.65	8.46±0.36c	23.44	20.84±1.06c	46.42

表8 2,4-D丁酯对合丰55鲜重的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)
CK	2.09±0.03a	-	4.29±0.02a	-	6.71±0.01a	-	11.55±0.33a	-	34.63±0.78a	-
540	2.08±0.02a	0.48	4.07±0.03a	5.13	6.55±0.05a	2.38	10.83±0.17a	6.23	33.36±0.74a	3.66
1080	1.79±0.01b	14.35	3.54±0.02b	17.48	5.04±0.04b	24.89	10.54±0.10ab	8.74	32.98±0.23a	4.76
1620	1.76±0.02b	15.79	2.48±0.03c	42.19	4.87±0.03c	27.42	8.06±0.17b	30.22	31.82±0.64b	8.12
2160	1.43±0.02c	31.58	2.20±0.03d	48.72	2.93±0.03d	56.33	6.18±0.04c	46.49	26.18±0.64c	24.39

表9 2,4-D丁酯对黑河48鲜重的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	施药后 10 d		施药后 20 d		施药后 30 d		施药后 40 d		施药后 60 d	
	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)	鲜重 (g)	抑制率 (%)
CK	2.32 ± 0.04a	-	3.64 ± 0.04a	-	7.86 ± 0.26a	-	10.46 ± 0.46a	-	34.51 ± 0.89a	-
540	2.11 ± 0.02b	9.05	3.51 ± 0.03b	3.57	7.72 ± 0.34a	1.78	10.40 ± 0.30a	0.57	34.27 ± 0.71a	0.68
1080	1.70 ± 0.02c	26.72	2.73 ± 0.02c	25.00	5.93 ± 0.61b	24.55	8.69 ± 0.47b	16.92	33.76 ± 0.43a	2.15
1620	1.66 ± 0.02c	28.45	2.46 ± 0.02d	32.42	5.23 ± 0.31b	33.46	8.30 ± 0.57b	20.65	33.26 ± 0.13a	3.63
2160	1.57 ± 0.04d	32.33	1.82 ± 0.02e	50.00	4.94 ± 0.30b	37.15	6.19 ± 0.10c	40.82	31.65 ± 0.49b	8.29

## 2.5 2,4-D丁酯对大豆叶长和叶宽的影响

2,4-D丁酯施药量540、1080、1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>均抑制供试3个品种大豆的叶片生长,具体表现在大豆V<sub>c</sub>期其真叶的叶长和叶宽显著低于对照;但大豆品种不同,对叶片生长的抑制程度和时间不同。

对大豆东农52,2,4-D丁酯施药量540、1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,V<sub>2</sub>期第二片复叶叶长、叶宽与对照无显著差异,叶片生长恢复正常;施药量1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,V<sub>4</sub>期第四片复叶叶长、叶宽仍未恢复正常生长(见表10)。

表10 2,4-D丁酯对东农52叶长和叶宽的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	真叶		第一片复叶		第二片复叶		第三片复叶		第四片复叶	
	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)
CK	3.98±0.19a	3.10±0.16a	5.56±0.17a	2.50±0.14a	6.86±0.04a	2.73±0.03a	8.42±0.25a	3.08±0.26a	9.72±0.27a	3.50±0.15a
540	2.50±0.10b	1.69±0.13b	4.98±0.49ab	1.36±0.15b	6.81±0.29a	2.63±0.13a	8.40±0.34a	3.06±0.09a	9.42±0.41a	3.35±0.11a
1080	2.29±0.11b	1.49±0.09b	4.13±0.71bc	1.30±0.31b	6.70±0.40a	2.26±0.30ab	8.29±0.21a	2.54±0.09ab	8.77±0.22ab	3.32±0.10a
1620	2.09±0.22b	1.45±0.09b	3.95±0.32bc	1.18±0.20b	5.72±0.28b	2.05±0.12b	5.55±0.09b	2.08±0.09b	7.90±0.19bc	3.12±0.02ab
2160	1.21±0.03c	0.86±0.03c	3.73±0.44c	1.19±0.25b	5.19±0.30b	1.85±0.10b	5.46±0.49b	2.06±0.21b	6.56±0.37c	2.63±0.09b

对于大豆合丰55,2,4-D丁酯施药量540 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,V<sub>1</sub>期第一片复叶叶长、叶宽已与对照无显著差异;施药量1080、1620 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,V<sub>4</sub>期第四片复叶叶长、叶宽生长才恢复正常;而施药量2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,直至V<sub>4</sub>期第四片复叶叶长、叶宽生长仍受抑制(见表11)。

对于大豆黑河48,2,4-D丁酯施药量为540

a.i.g·hm<sup>-2</sup>,V<sub>1</sub>期第一片复叶叶长基本恢复正常生长,叶宽依然显著低于对照。V<sub>2</sub>期第二片复叶叶长、叶宽均恢复正常生长;2,4-D丁酯施药量为1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,至V<sub>4</sub>期第四片复叶叶长、叶宽已恢复正常生长;施药量1620、2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,大豆直至V<sub>4</sub>期第四片复叶叶长、叶宽生长仍受抑制(见表12)。

表11 2,4-D丁酯对合丰55叶长和叶宽的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	真叶		第一片复叶		第二片复叶		第三片复叶		第四片复叶	
	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)
CK	4.26±0.11a	3.18±0.09a	5.13±0.08a	3.03±0.15a	5.79±0.04a	2.69±0.06a	7.58±0.12a	3.03±0.24a	9.39±0.21a	3.25±0.07a
540	2.78±0.15b	1.83±0.13b	4.99±0.27a	2.69±0.10a	5.78±0.09a	2.49±0.07a	7.36±0.27ab	2.94±0.07ab	8.91±0.15a	3.20±0.07a
1080	1.88±0.17c	1.25±0.13c	3.89±0.27b	1.30±0.20c	4.94±0.26b	1.89±0.09b	6.04±0.52c	2.36±0.18cd	8.55±0.41ab	2.95±0.19ab
1620	1.95±0.22c	1.29±0.16c	4.90±0.15a	1.79±0.09b	5.36±0.11ab	2.04±0.16b	6.31±0.36bc	2.45±0.13bc	8.41±0.43ab	2.85±0.18abc
2160	1.28±0.07d	0.84±0.07d	3.83±0.14b	1.23±0.11c	4.04±0.18c	1.68±0.11b	4.73±0.42d	1.86±0.15d	6.21±0.30c	2.44±0.06c

表 12 2,4-D 丁酯对黑河 48 叶长和叶宽的影响

施药量 (a.i.g· hm <sup>-2</sup> )	真叶		第一片复叶		第二片复叶		第三片复叶		第四片复叶	
	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)
CK	5.03 ± 0.16a	4.23 ± 0.14a	6.00 ± 0.16a	3.56 ± 0.09a	6.97 ± 0.13a	2.79 ± 0.03a	7.39 ± 0.40a	2.84 ± 0.07a	9.73 ± 0.37a	3.49 ± 0.18a
540	3.20 ± 0.33b	2.15 ± 0.18b	5.66 ± 0.43ab	2.13 ± 0.28b	6.94 ± 0.36a	2.72 ± 0.13a	7.24 ± 0.12a	2.80 ± 0.26a	9.43 ± 0.56a	3.35 ± 0.18a
1080	1.89 ± 0.19b	1.38 ± 0.14b	5.05 ± 0.23bc	2.06 ± 0.22b	6.75 ± 0.20b	2.61 ± 0.12a	6.05 ± 0.51b	2.43 ± 0.23a	8.78 ± 0.34ab	3.33 ± 0.10a
1620	1.82 ± 0.17b	1.39 ± 0.17b	4.66 ± 0.32cd	1.40 ± 0.14c	5.84 ± 0.14b	2.45 ± 0.11a	5.95 ± 0.17b	2.34 ± 0.17a	7.90 ± 0.52bc	3.24 ± 0.16a
2160	1.47 ± 0.03c	1.04 ± 0.04c	3.88 ± 0.16d	1.38 ± 0.22c	5.73 ± 0.28b	2.40 ± 0.18a	5.94 ± 0.41b	2.33 ± 0.05a	6.56 ± 0.45c	3.22 ± 0.23a

### 3 结论与讨论

不同品种大豆对播后苗前土壤处理的 2,4-D 丁酯的敏感性不同。一般而言,敏感性不同的主要原因是基因型不同所致,2,4-D 丁酯茎叶处理时对目前生产上应用的所有品种大豆都比较敏感,将其成功应用于大豆田的原理在于“垂直位差选择性”,所以只能在大豆播后苗前作土壤处理。垂直位差为人工选择性,实际生产应用时 2,4-D 丁酯造成不同品种大豆不同程度药害的原因可能与大豆基因型存在差异有关,但也可能与大豆出苗时拱土能力不同等因素有关。

本试验中最低剂量 540a.i.g·hm<sup>-2</sup> 处理为生产中 2,4-D 丁酯在大豆田的推荐施用量,此用量仅对供试 3 个品种大豆真叶叶长和叶宽、第一片复叶叶宽以及较敏感的大豆品种黑河 48 的鲜重具有轻微的抑制作用,3 个品种大豆 V<sub>2</sub> 期第二片复叶叶长、叶宽生长已不受抑制,而黑河 48 鲜重在施药后 30 d 也已恢复正常,因此 540 a.i.g·hm<sup>-2</sup> 为 2,4-D 丁酯在大豆田土壤处理施用的安全用量。但生产实践中盲目加大施药剂量的现象屡见不鲜<sup>[5]</sup>,因此生产实践中大豆田土壤处理施用 2,4-D 丁酯产生药害的原因除不适宜的环境条件外<sup>[6-9]</sup>,超出安全剂量施用也是其主要因素。2,4-D 丁酯在大豆播后苗前土壤处理施用,其施药量必须低于 1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup>,否则将导致大豆减产。即在生产实践中,要严格控制 2,4-D 丁酯的施药量。

2,4-D 丁酯大豆播后苗前土壤处理的用量达到或超过 1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup> (安全用量的二倍量) 时,3 个品种大豆的株高受抑制,茎基部畸形膨大,鲜重受抑制,真叶及不同时期复叶的叶长和叶宽受抑制,且施药剂量越大,上述药害症状越严重,恢复正常生长所需时间越长。施药量 1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup> 虽然能保证大豆正常出苗,但对其苗期生长还是有严重影响。施药量 1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup> 时,黑河 48 品

种大豆株高在施药后 60 d 仍受抑制,鲜重在施药后 60 d 才恢复正常,V<sub>4</sub> 期时的第四片复叶的叶长、叶宽与对照无显著差异,显然在 1080a.i.g·hm<sup>-2</sup> 施药量下,黑河 48 受害程度较其他两个品种更严重,恢复时间更长。而根据李灼等的研究表明,2,4-D 丁酯施药量达 1080 a.i.g·hm<sup>-2</sup> 时会引起黑河 48 大豆减产,达 1620 a.i.g·hm<sup>-2</sup> 时会引起东农 52 大豆减产,达 2160 a.i.g·hm<sup>-2</sup> 时会引起合丰 55 大豆减产,其敏感性顺序为:合丰 55<东农 52<黑河 48<sup>[10]</sup>。而根据贺观钦关于对大豆叶的生长观测可知,中部叶片展开越迅速、叶面积越大、寿命越长,则该叶片功能性越强,且大豆子粒产量也将越高<sup>[11]</sup>。由此可推断,2,4-D 丁酯土壤封闭处理产生药害,导致大豆叶面积减小,可能是其造成大豆最终减产的主要原因。

#### 参考文献:

- [1] 王建农,姜德峰,梁凤美.我国大豆农药残留分析的研究进展[J].当代生态农业,2005(Z1):48-50.
- [2] 毕远林.黑龙江省 2000-2006 年高油大豆品种与推广[J].黑龙江农业科学,2007(1):11-12.
- [3] 张玉聚,李洪连,张振臣,等.世界农药新品种技术大全[M].北京:中国农业科学技术出版社,2010:850.
- [4] 辛大伟,单大鹏,邱红梅,等.大豆营养生长期的 QTL 分析[J].分子植物育种,2007,5(5):639-647.
- [5] 顾宝根.农药药害和中毒问题不容忽视[J].农药科学与管理,1997(2):31-32.
- [6] 陈国参,张玉聚,石红霞,等.酰胺类除草剂的药害表现与安全应用[J].农药,2002,43(9):32-33.
- [7] 黄春艳,陈铁保,王宇,等.128 种除草剂对大豆的安全性及药害研究初报[J].植物保护,2003,29(1):31-34.
- [8] 邢岩.除草剂药害产生原因及预防[J].农药,2001,40(8):1-4.
- [9] 程银姑.除草剂药害发生原因及防止措施[J].现代农业,2010(10):179-180.
- [10] 李灼,何付丽,张明波,等.2,4-D 丁酯土壤处理对大豆产量的影响[J].植物保护,2013,36(6):106-109.
- [11] 贺观钦,安德逊.大豆叶的生长观测[J].南京农业大学学报,1983(3):22-30.