

8 种除草剂对大豆田间杂草的防除效果

张彦军, 王兴荣, 李 玥, 李永生, 苟作旺, 祁旭升

(甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 试验观察了 8 种除草剂不同剂量土壤封闭处理和茎叶处理对大豆田间杂草的防除效果和安全性。结果表明, 高剂量处理下杂草防除效果最好, 但使大豆出苗率严重降低, 叶片出现药害现象。土壤封闭处理中, 播前土壤处理出苗率低于播后苗前土壤处理。综合分析, 茎叶类除草剂以 10.8% 精喹禾灵乳油除草效果最好, 21 d 株防效高达 87.63%, 鲜重防效为 81.37%, 推荐剂量为 750 mL/hm²; 播后苗前土壤处理时, 960 g/L 精异丙甲草胺乳油中剂量和 330 g/L 二甲戊灵乳油的低剂量效果好, 出苗率分别为 97.07% 和 97.33%, 21 d 株防效分别为 90.47% 和 90.68%, 鲜重防效分别为 91.36% 和 90.90%, 推荐剂量分别为 1 950 mL/hm² 和 3 000 mL/hm²。

关键词: 大豆; 杂草; 除草剂; 防效

中图分类号: S365 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)10-0045-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.10.010

Control Effect of Eight Herbicides to Weeds in Soybean Fields

ZHANG Yanjun, WANG Xingrong, LI Yue, LI Yongsheng, GOU Zuowang, QI Xusheng

(Institute of Crops, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: The effects and safety of eight herbicides with different doses of in soil sealing and stem-leaf treatments on weed control in soybean field were analyzed. The results showed that the high-dose weed control effect of the eight herbicides was the best, but the emergence rate of soybeans was severely reduced after use, and the leaves showed drug damage. In the soil sealing treatment, the emergence rate was lower of the soil spray treatment before sowing than that of the soil spray treatment after sowing and before emergence. Through comprehensive analysis, the weed control effect of 10.8% Quizalofop-P-ethyl emulsifiable concentrates in stem-leaf herbicides was the best. The plant control effect was 87.63% after using herbicides 21 days, the control effect of fresh weight was 81.37%, and the recommended dose was 750 mL/hm². The medium dose of 960 g/L S-metolachlor emulsifiable concentrates and low-dose of 330 g/L pendimethalin emulsifiable concentrates were well of weed control in the soil spray treatment after sowing and before emergence. The emergence rates were 97.07% and 97.33%, respectively. The plant control effects were 90.47% and 90.68%, the fresh weight control effects were 91.36% and 90.90% after using herbicides 21 days, and the recommended doses were 1 950 mL/hm² and 3 000 mL/hm², respectively.

Key words: Soybean; Weeds; Herbicide; Control effect

大豆是世界上重要的油料作物和植物蛋白及饲料原料^[1-2], 在农业生产中占有极

为重要的地位^[3-4]。大豆根系含有的根瘤菌能固定空气中的氮素, 1 hm² 大豆可固氮约

收稿日期: 2020-05-22

基金项目: 国家重点研发计划子课题(2016YFD0100201-12); 甘肃省农业科学院科研条件建设及成果转化项目(现代生物育种)(2019GAAS07); 甘肃省科技重大专项(18ZD2NA008); 中央引导地方科技发展专项。

作者简介: 张彦军(1984—), 男, 甘肃通渭人, 助理研究员, 硕士, 主要从事农作种质资源研究工作。Email: zhangyanjun1221@163.com。

通信作者: 祁旭升(1966—), 男, 甘肃会宁人, 研究员, 主要从事农作种质资源研究工作。Email: qixusheng6608@sina.com。

120 kg, 相当于施尿素 270 kg。大豆成熟后秸秆少、落叶多, 养分归还率高, 能够起到培肥地力的作用。杂草严重影响大豆的生长和产量, 同时增加生产成本。在过去的几个世纪中, 杂草主要通过人工、机械加以控制。随着工业化和城市化的快速发展, 大量的年轻劳动力已经转移到城市地区, 同时人工和机械除草增加了土壤耕作次数, 导致土壤侵蚀和表层土流失, 因此化学除草剂得到广泛应用^[5-8]。在 19 世纪末至 20 世纪中叶, 广泛采用无机化合物控制田间杂草, 最早甚至可以追溯到罗马时代, 而真正的化学除草剂始于 19 世纪 40 年代, 第二次世界大战期间发现了 2, 4-二氯苯氧乙酸 (2, 4-D)^[9]。至此, 不同化学类别并具有不同作用方式的除草剂在世界范围内进入商业化生产。除草剂以其优越的功效, 相对较低的成本, 选择性和针对性的杂草控制能力, 迅速取代了其他杂草处理手段。但随意使用除草剂可能会造成不利影响, 尤其是在间套作耕作时某些除草剂非常适合玉米, 但不适合大豆^[10]。

不同大豆品种对除草剂的敏感性不同, 使用方式和剂量也影响除草效果, 过量使用会导致药害及农药残留^[11-16]。长期使用单一除草剂导致杂草产生抗药性, 让杂草群落种群结果稳定性发生改变^[17]。2019 年, 我们选用 8 种除草剂进行播前土壤处理、播后苗前土壤处理和茎叶期处理, 以评价不同除草剂药害及杂草防除效果, 为大豆除草剂的选择和使用提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

1.1.1 指示品种 指示大豆品种陇中黄 601 为甘肃省农业科学院作物研究所选育^[18], 由国家农作物种质资源共享服务平台(甘肃)提供。

1.1.2 试验药剂 土壤封闭处理剂选用 330 g/L 二甲戊灵乳油、960 g/L 精异丙甲草胺乳

油、480 g/L 氟乐灵乳油、48% 仲丁灵乳油、50% 乙草胺乳油, 茎叶处理剂选用 10.8% 精喹禾灵乳油、48% 灭草松水剂、10% 乙羧氟草醚乳油。

1.2 试验区概况

张掖市位于河西走廊中部, 是我国西北干旱地带典型的绿洲灌溉农业区, 大陆性中温干旱气候, 年平均气温 7.1 °C、 ≥ 0 °C 积温 3 391 °C、 ≥ 10 °C 积温 2 870 °C, 年平均降水量 129 mm, 蒸发量 2 047.9 mm, 年平均无霜期 153 d。试验地 0~20 cm 土层含有机质 18.45 g/kg、碱解氮 76.62 mg/kg、速效磷 22.76 mg/kg、速效钾 244.53 mg/kg。

1.3 试验设计 根据除草剂的喷施方法设 3 种处理方式, 分别为茎叶喷雾(大豆 V2 期), 播前土壤喷雾后立即覆膜, 播后苗前土壤喷雾。各处理方式均设置人工除草对照, 另设一空白对照。每种除草剂设 3 个不同使用剂量水平(低、中、高), 共计 43 个处理, 具体见表 1。随机区组排列, 3 次重复, 小区面积为 15 m²。大豆按照行长 3.0 m、行宽 0.5 m、株距 0.12 m 5 行区种植。试验地前茬为玉米, 播种前施磷酸二铵 225 kg/hm²、尿素 75 kg/hm², 其他按当地大田管理。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 防效调查 每小区随机选择 4 个取样点(1 m × 1 m)调查取样, 所有处理均于施药后 14 d 调查小区杂草株数, 施药后 21 d 调查小区杂草株数和杂草鲜重, 按下列公式计算株防效和鲜重防效。

$$P = [(N_{CK} - N_T) / N_{CK}] \times 100\%$$

$$W = [(M_{CK} - M_T) / M_{CK}] \times 100\%$$

式中, P 为株防效(%), N_{CK} 为空白对照区杂草株数, N_T 为处理区杂草株数, W 为鲜重防效(%), M_{CK} 为空白对照区杂草鲜重(g), M_T 为处理区杂草鲜重(g)。

1.4.2 安全性调查 在调查防效的同时, 观察出苗率及大豆植株整齐度及叶片、叶色是否正常, 有无矮化、枯斑、黄化、畸形

表 1 供试除草剂使用剂量与施用方法

处理	除草剂	使用剂量 (mL/hm ²)	施用方法	处理	除草剂	使用剂量 (mL/hm ²)	施用方法
T ₁	10.8%精喹禾灵乳油	675	茎叶喷雾	T ₂₃	50%乙草胺乳油	1 125	播前土壤喷雾
T ₂	10.8%精喹禾灵乳油	750	茎叶喷雾	T ₂₄	50%乙草胺乳油	1 500	播前土壤喷雾
T ₃	10.8%精喹禾灵乳油	1 350	茎叶喷雾	T ₂₅	50%乙草胺乳油	2 250	播前土壤喷雾
T ₄	48%灭草松水剂	1 500	茎叶喷雾	T ₂₆	人工除草对照		播前土壤喷雾
T ₅	48%灭草松水剂	2 250	茎叶喷雾	T ₂₇	330 g/L二甲戊灵乳油	3 000	播后苗前土壤喷雾
T ₆	48%灭草松水剂	3 000	茎叶喷雾	T ₂₈	330 g/L二甲戊灵乳油	4 500	播后苗前土壤喷雾
T ₇	10%乙羧氟草醚乳油	600	茎叶喷雾	T ₂₉	330 g/L二甲戊灵乳油	6 000	播后苗前土壤喷雾
T ₈	10%乙羧氟草醚乳油	750	茎叶喷雾	T ₃₀	960 g/L精异丙甲草胺乳油	1 350	播后苗前土壤喷雾
T ₉	10%乙羧氟草醚乳油	1 200	茎叶喷雾	T ₃₁	960 g/L精异丙甲草胺乳油	1 950	播后苗前土壤喷雾
T ₁₀	人工除草对照		茎叶喷雾	T ₃₂	960 g/L精异丙甲草胺乳油	2 700	播后苗前土壤喷雾
T ₁₁	330 g/L 二甲戊灵乳油	3 000	播前土壤喷雾	T ₃₃	480 g/L 氟乐灵乳油	2 145	播后苗前土壤喷雾
T ₁₂	330 g/L 二甲戊灵乳油	4 500	播前土壤喷雾	T ₃₄	480 g/L 氟乐灵乳油	2 790	播后苗前土壤喷雾
T ₁₃	330 g/L 二甲戊灵乳油	6 000	播前土壤喷雾	T ₃₅	480 g/L 氟乐灵乳油	4 290	播后苗前土壤喷雾
T ₁₄	960 g/L精异丙甲草胺乳油	1 350	播前土壤喷雾	T ₃₆	48%仲丁灵乳油	3 000	播后苗前土壤喷雾
T ₁₅	960 g/L精异丙甲草胺乳油	1 950	播前土壤喷雾	T ₃₇	48%仲丁灵乳油	3 750	播后苗前土壤喷雾
T ₁₆	960 g/L精异丙甲草胺乳油	2 700	播前土壤喷雾	T ₃₈	48%仲丁灵乳油	6 000	播后苗前土壤喷雾
T ₁₇	480 g/L 氟乐灵乳油	2 145	播前土壤喷雾	T ₃₉	50%乙草胺乳油	1 125	播后苗前土壤喷雾
T ₁₈	480 g/L 氟乐灵乳油	2 790	播前土壤喷雾	T ₄₀	50%乙草胺乳油	1 500	播后苗前土壤喷雾
T ₁₉	480 g/L 氟乐灵乳油	4 290	播前土壤喷雾	T ₄₁	50%乙草胺乳油	2 250	播后苗前土壤喷雾
T ₂₀	48%仲丁灵乳油	3 000	播前土壤喷雾	T ₄₂	人工除草对照		播后苗前土壤喷雾
T ₂₁	48%仲丁灵乳油	3 750	播前土壤喷雾	T ₄₃	空白对照		
T ₂₂	48%仲丁灵乳油	6 000	播前土壤喷雾				

等药害症状。在土壤封闭处理出苗后 7 d 和 14 d 后调查安全性，14 d 后调查出苗率，茎叶处理于施药 7 d 和 14 d 后调查安全性。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据整理，利用 R 软件进行统计分析。

2 结果与分析

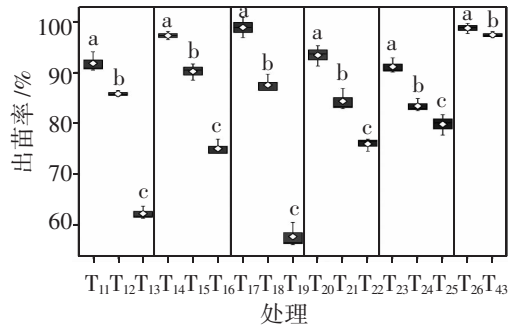
2.1 安全性评价

观察可知，茎叶喷雾类除草剂处理 T₃、T₆、T₉ 施药后 7 d，大豆叶片出现严重的药害现象，表现为叶片黄化和枯斑，施药后 14 d 黄化现象和枯斑有所减轻但未消失，低剂量处理和中剂量处理未出现药害现象。人工除草对照和空白对照出苗率分别为 98.67% 和 97.33%，不影响大豆出苗。播前土壤喷雾处理 14 d 后的大豆出苗率不同剂量处理间差异显著（图 1-A），高剂量严重

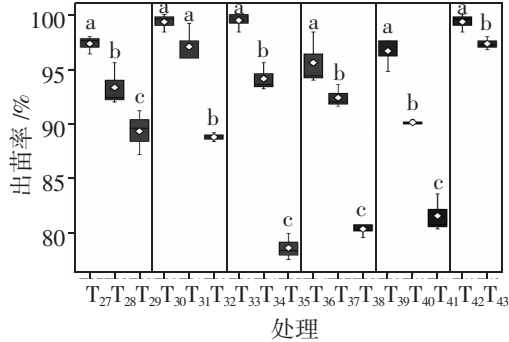
影响大豆出苗，出苗率均低于 80%，且出苗整齐度差，叶片出现了畸形，14 d 后仍未消失。中剂量处理的出苗率以 960 g/L 精异丙甲草胺乳油最高，为 90.13%。播后苗前土壤喷雾处理 14 d 后的大豆出苗率除 960 g/L 精异丙甲草胺乳油低剂量和中剂量间无差异外，其余处理间差异均达到显著水平（图 1-B），出苗率均值在 80% 以上，480 g/L 氟乐灵乳油、48% 仲丁灵乳油和 50% 乙草胺乳油高剂量处理的出苗整齐度较差。960 g/L 精异丙甲草胺乳油中剂量出苗率高达 97.07%，与人工除草对照和空白对照间无显著差异。

2.2 防除效果

通过调查分析，人工除草 14 d 的株防效高于 98%。不同药剂低剂量下 14 d 的株防效均高于 77%。从图 2-A 可看出，茎叶



A 播前土壤喷雾处理 14 d 后的出苗率



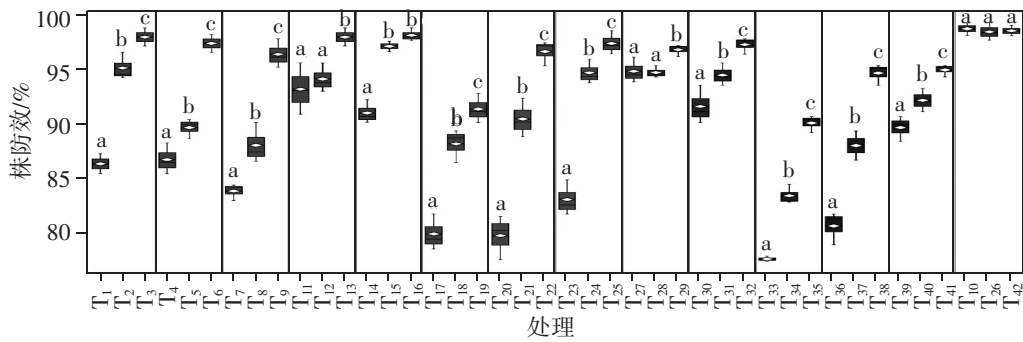
B 播后苗前土壤喷雾处理 14 d 后的出苗率

图 1 不同处理对大豆出苗率的影响

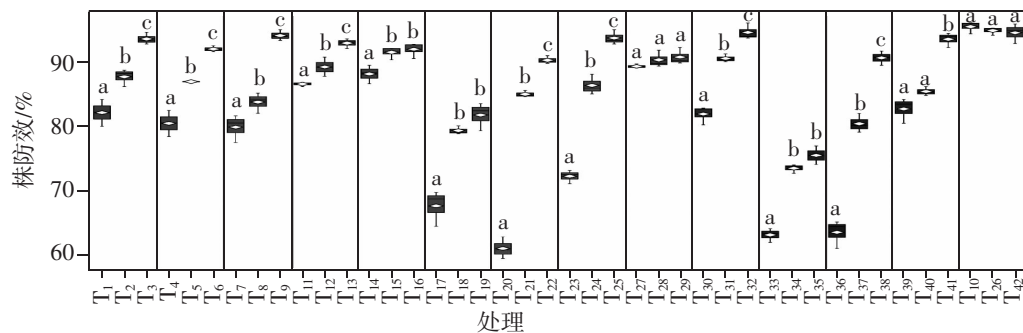
喷雾处理 14 d 的株防效不同剂量间差异显著，10.8%精喹禾灵乳油 14 d 的株防效好于其他除草剂，中剂量的株防效为 95.11%，

显著高于其他 2 种除草剂。播前土壤喷雾处理中，960 g/L 精异丙甲草胺乳油中剂量的株防效在此类除草剂中最高，为 97.09%，与高剂量间无显著差异，说明处理后 14 d 的株防效较好。播后苗前土壤喷雾处理中，330 g/L 二甲戊灵乳油和 960 g/L 精异丙甲草胺乳油处理后 14 d 的株防效好于其他 3 种除草剂，不同剂量株防效均高于 90%。而 480 g/L 氟乐灵乳油处理后 14 d 的株防效最差。

从图 2-B 可看出，人工除草 21 d 的株防效最好，达到 94% 以上。茎叶喷雾除草剂 21 d 的株防效 3 个不同剂量间差异显著，10.8%精喹禾灵乳油和 48%灭草松水剂 21 d 的株防效相当。播前土壤喷雾处理中，960 g/L 精异丙甲草胺乳油和 330 g/L 二甲戊灵乳油的株防效接近，在此类除草剂中效果较好。播后苗前土壤喷雾处理中，330 g/L 二甲戊灵乳油不同剂量间株防效无显著差异，21 d 的株防效为 89.32% ~ 90.68%。960 g/L 精异丙甲草胺乳油高剂量 21 d 的株防效为 94.50%，与人工除草效果相同，中剂量株防



A 施药后 14 d 的株防效



B 施药后 21 d 的株防效

图 2 不同处理对大豆杂草株防效的影响

效为 90.47%，防除效果比较好。

从图 3 看出，人工除草鲜重防效为 95% 左右。茎叶喷雾类除草剂中，高剂量处理的鲜重防效在 90% 左右，10.8% 精喹禾灵乳油不同剂量的平均鲜重防效好于其他 2 种除草剂。播前土壤喷雾处理中，960 g/L 精异丙甲草胺乳油和 330 g/L 二甲戊灵乳油不同剂量的鲜重防效高于 89%，且非常接近，杂草防除效果比较好；480 g/L 氟乐灵乳油防除效果较差，高剂量下鲜重防效低于 75%，低剂量鲜重防效仅为 41.32%。播后苗前土壤喷雾处理中，330 g/L 二甲戊灵乳油的鲜重防效最好，3 个剂量的鲜重防效均高于 90%，且无显著差异；50% 乙草胺乳油高剂量的鲜重防效高达 96.32%，高于人工除草，在所有处理中防除效果最好。960 g/L 精异丙甲草胺乳油高剂量和中剂量鲜重防效高于 90%，防除效果较好，低剂量下防效稍差。

3 结论与讨论

通过对不同使用方式的除草剂进行防除效果和安全性分析，发现人工除草的效果最好，并对大豆的生长发育不产生任何影响，这与前人的研究一致^[13]。播前土壤喷雾处理对大豆出苗影响较大，中剂量下出苗率均低于 90%，低剂量虽然不影响大豆出苗，但杂草防除效果较差。所有除草剂的高剂量使用均对大豆产生了严重的药害，大大降低了出苗率，叶片发生黄化和枯斑，同时也会增加杂草的耐药性和对环境造成污染。大豆出

苗前采用土壤封闭的方式即播前土壤喷雾处理影响大豆出苗，不宜用作大豆田杂草防治。播后苗前土壤喷雾处理下，960 g/L 精异丙甲草胺乳油中剂量和 330 g/L 二甲戊灵乳油的低剂量综合防除效果好，出苗率分别为 97.07% 和 97.33%，处理后 14 d 的株防效分别为 94.69% 和 94.46%，21 d 的株防效分别为 90.47% 和 90.68%，鲜重防效分别为 91.36% 和 90.90%。茎叶期杂草防治对大豆生长发育非常重要，人工除草会增加成本，使用除草剂会减少投入成本、增加收益。本研究所选择的 3 种茎叶类除草剂中，10.8% 精喹禾灵乳油除草效果最好，处理后 14 d 的株防效高达 95.11%，21 d 的株防效为 87.63%，鲜重防效为 81.37%，效果较好。

综合分析，茎叶类除草剂中 10.8% 精喹禾灵乳油的除草效果最好，推荐剂量为 750 mL/hm²。土壤封闭处理应采用播后苗前土壤喷雾处理方式，960 g/L 精异丙甲草胺乳油中剂量和 330 g/L 二甲戊灵乳油低剂量综合防除效果好，推荐剂量分别为 1 950 mL/hm² 和 3 000 mL/hm²。

杂草对农作物的危害非常广泛，影响作物的生长，降低作物产量和品质^[19]，同时使得环境恶化，传播病虫害，阻碍机械化作业，增加投入成本，是影响农业生产的重要生物因子之一。自从除草剂问世以来，便得到种植户的青睞。除草剂可快速杀死田间杂草，降低人工除草成本，但不科学、滥用除

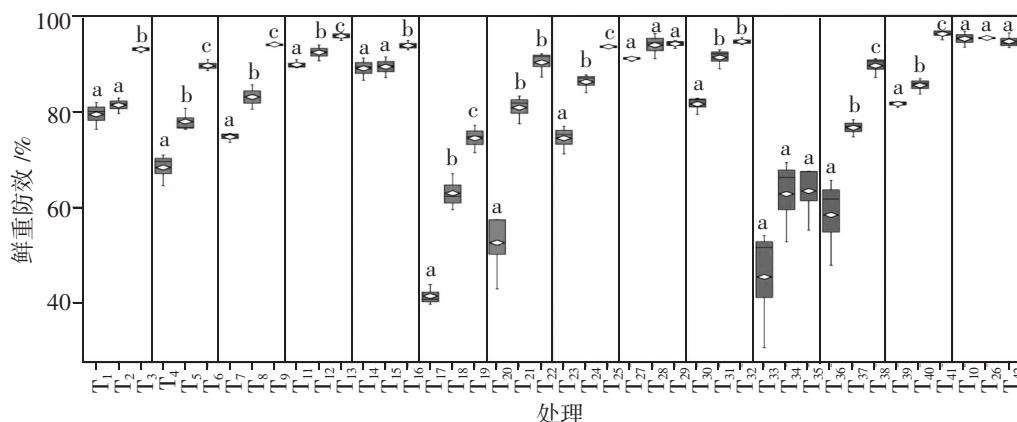


图 3 不同处理对大豆杂草鲜重防除效果的影响

草剂, 导致作物药害时常发生、杂草抗药性增加, 污染环境加重^[20-21]。

参考文献:

- [1] FENTA B A, BEEBE S E, KUNERT K J, et al. Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance[J]. *Agronomy*, 2014, 4 (3): 418-435.
- [2] 李 玥, 王兴荣, 张彦军, 等. 13 个大豆品种在甘肃不同生态区的适应性分析[J]. *甘肃农业科技*, 2018(5): 19-23.
- [3] VIDAL R O, NASCIMENTO L C, MONDEGO J M C, et al. Identification of SNPs in RNA-seq data of two cultivars of *Glycine max* (soybean) differing in drought resistance[J]. *Genetics and Molecular Biology*, 2012, 35(1): 331-334.
- [4] COUTINHO F S, SANTOS D S, LIMA L L, et al. Mechanism of the drought tolerance of a transgenic soybean overexpressing the molecular chaperone BiP[J]. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 2019, 25: 457-472.
- [5] GRIEPENTROG H W, DEDOUSIS A P. Mechanical weed control[M]//DEDOUSIS A P, BARTZANAS T. Soil engineering: soil biology, 2010: 171-179.
- [6] BERGIN D. Weed control options for coastal sand dunes: a review[M]. New Zealand: New Zealand Forest Research Institute Limited, 2011, pp: 5-13.
- [7] RUEDA-AYALA V P, RASMUSSEN J, GERHARDS R, et al. The influence of post-emergence weed harrowing on selectivity, crop recovery and crop yield in different growth stages of winter wheat[J]. *Weed Research*, 2011, 51(5): 478-88.
- [8] CHAUVEL B, GUILLEMIN J P, GASQUEZ J, et al. History of chemical weeding from 1944 to 2011 in France: changes and evolution of herbicide molecules[J]. *Crop Protection*. 2012, 42: 320-326.
- [9] ARNOLD P A. A history of weed control in the United States and Canada[J]. *Weed Science*, 2005, 53(6): 748-761.
- [10] JUDITH C S, LEMLEY A T, HOGAN S I, et al. Health effects of drinking water contaminants.[EB/OL].(2017-04-14)[2020-03-26]. <https://www.docin.com/p-1893901297.html>.
- [11] 陈宇飞, 胡 新, 高世杰, 等. 3 种喷雾助剂对东北春大豆除草剂减量增效的影响[J]. *大豆科学*, 2019, 38(3): 421-427.
- [12] 张明波, 何付丽, 李 灼, 等. 乙草胺对大豆幼苗生理生化特性的影响[J]. *大豆科学*, 2014, 33(2): 290-292.
- [13] 王晓娟, 王志华, 宋 洁. 连作大豆田苗前防除恶性杂草除草剂筛选[J]. *大豆科技*, 2015(1): 8-14.
- [14] 谢志坚, 李海蓝, 徐昌旭, 等. 两种除草剂的土壤生态效应及其对后茬作物生长的影响[J]. *土壤学报*, 2014, 51(4): 880-887.
- [15] 张丽娟, 王 昶, 闵庚梅, 等. 5 种茎叶除草剂对春播豌豆田间杂草的防效及安全性评价[J]. *甘肃农业科技*, 2018(5): 6-9.
- [16] 文 蕾, 曹世勤. 临洮县小麦农药施用情况调查分析[J]. *甘肃农业科技*, 2019(10): 62-65.
- [17] BAGAVATHIANNAN M V, DAVIS A S. An ecological perspective on managing weeds during the great selection for herbicide resistance [J]. *Pest Management Science*, 2018, 74 (10): 2277-2286.
- [18] 张彦军, 王兴荣, 苟作旺, 等. 大豆新品种陇中黄 601 选育报告[J]. *甘肃农业科技*, 2015(7): 5-7.
- [19] 刘 雪, 孟繁锡. 浅谈有机农业生产中的杂草控制措施[J]. *现代化农业*, 2005(10): 7-9.
- [20] 李香菊. 近年我国农田杂草防控中的突出问题与治理对策[J]. *植物保护*, 2018, 44(5): 77-84.
- [21] XU H L, LI J, WU R H, et al. Identification of reference genes for studying herbicide resistance mechanisms in Japanese foxtail (*Alopecurus japonicus*) [J]. *Weed Science*, 2017, 65(5): 557-566.

(本文责编: 杨 杰)