

技术与应用

Technology & Application

背负式静电喷雾器静电喷施对 2 种玉米田除草剂的减量效应

岳德成¹, 胡冠芳^{2*}, 李青梅¹, 韩菊红¹,
史广亮¹, 柳建伟¹, 姜延军^{1*}, 漆永红²

(1. 甘肃省平凉市农业科学院, 平凉 744000; 2. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 兰州 730070)

摘要 为了明确背负式静电喷雾器静电喷施对玉米田除草剂的减量效应,以土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 和茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂作为参试除草剂,测定了背负式静电喷雾器在不同施药剂量下的静电喷施效果。结果表明:背负式静电喷雾器静电喷施对 40%乙·莠 SE 和 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂均有明显的减量效应。当 40%乙·莠 SE 和 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂中 90%莠去津 WG 的施用量分别降至 2 850 mL/hm² 和 825 g/hm² 时,较各自推荐施用量分别减少用药量 36.67%和 21.43%,对玉米田主要杂草仍有理想的控制效果,株防效超过 64%,鲜重防效超过 95%;并可最大限度地改善玉米茎、穗部性状,减轻对玉米产量的影响,较人工除草分别减产 1.96%和 0.29%。可见,背负式静电喷雾器在玉米田土壤处理除草剂和茎叶处理除草剂喷施中具有较大的应用价值。

关键词 背负式静电喷雾器; 静电喷雾; 玉米田; 除草剂; 减量效应

中图分类号: S 451.22+2, S 251 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018296

The decrement effect of two maize herbicides under the condition of electrostatic spray by knapsack electrostatic sprayer

YUE Decheng¹, HU Guanfang², LI Qingmei¹, HAN Juhong¹,
SHI Guangliang¹, LIU Jianwei¹, JIANG Yanjun¹, QI Yonghong²

(1. Institute of Pingliang Agricultural Sciences, Pingliang 744000, China; 2. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

Abstract In order to find out the effect of the reduction of two maize herbicides by knapsack electrostatic sprayer, soil-applied herbicides acetochlor · atrazine 40% SE and post-emergence herbicide topramezone 30% SC+atrazine 90% WG+special auxiliary were put forward as the tested herbicides, and the effect of the knapsack electrostatic sprayer under different spraying dose were measured. The results showed that the electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer had significant decrement effect on soil-applied herbicides acetochlor · atrazine 40% SE and the post-emergence herbicide topramezone 30% SC+atrazine 90% WG+special auxiliary. The weed control effect gradually went down along with the spraying dose reduced. When spray amount of acetochlor · atrazine 40% SE and post-emergence herbicide topramezone 30% SC+atrazine 90% WG+special auxiliary dropped to 2 850 mL/hm² and 825 g/hm², namely the recommended spray rate reduced by 36.67% and 21.43%, respectively, satisfactory control effect was still obtained to the major weeds in the corn field, with plant control effect of more than 64% and fresh weight control effect of more than 95%, respectively. In addition, it can improve the characters of corn stalks and ears to the maximum extent and reduce the influence on corn yield. Compared with the

收稿日期: 2018-07-09

修订日期: 2018-09-13

基金项目: 甘肃省农业科学院院地科技合作项目(2015GAAS07);甘肃省玉米产业技术体系病虫害鉴定与防控研究岗位(GARS-02-03);甘肃省科技支撑计划(1011NKCA065);平凉市农业科学院科技计划项目(2014018)

* 通信作者 E-mail: huguanfang@126.com, 535943378@qq.com

manual weeding, the yield was reduced 1.96% and 0.29%, respectively. The results indicate that the electrostatic spray by knapsack sprayer has obvious effect on the reduction of the application amount of herbicide in maize field and is worthy of expanding and application.

Key words backpack electrostatic sprayer; electrostatic spraying; maize field; herbicide; decrement effect

玉米是我国主要的粮、饲作物,播种面积约占全国粮食作物总面积的 $1/4$ ^[1],提高玉米单产对于确保国家粮食安全、发展畜牧产业、提高农民收入等有十分重要的意义。杂草危害是影响玉米产量最主要的因素之一,喷施化学除草剂可达到快速、高效控制草害之目的,现已广泛应用于玉米田杂草防除^[2]。但现有的喷施技术及其器械较为落后,仍然以传统的背负式手动喷雾器喷施为主,致使药液雾化效果差、沉降不均匀、利用率低、施药量偏大,加大了环境污染、药害和抗性发生的风险,加快植保器械升级换代步伐、提高喷雾质量是有效解决上述问题的重要途径^[3]。静电喷雾器是近年发展起来的一种新型喷药器械,该种喷雾器能够显著提高药液雾化水平,增加药剂在靶标物上的沉积密度、沉积量和分布的均一性,减少药液的漂移损失,进而实现对农药的减量施用,随着静电喷雾技术的日益成熟,静电喷雾器必将替代传统的手动式喷雾器。

近年来,静电喷雾技术及其器械在以美国、加拿大、德国等为代表的发达国家被广泛应用到大田作物、果园和温室蔬菜的植保作业^[4]。静电喷雾技术在国内也日益受到重视,研制出的转盘式手持微量静电喷雾器、车载式静电喷雾机、拖拉机牵引式风送静电喷雾机等已取得较好试验效果^[5]。特别是研发的背负式静电喷雾器和多功能静电喷雾器因其体型小、重量轻、经济实用、适合一家一户使用得到了较广泛的认同,并已成功应用于粮食、蔬菜、果树、棉花病虫害防治^[6-10]。但现有的背负式静电喷雾器,其性能尚不够完善和稳定,静电吸附效果减退和漏电现象经常发生^[11],应用中所涉及的作物种类还很狭窄,适宜的除草剂种类及剂型尚不明确,有关其在玉米田除草剂喷施方面的应用研究几乎为空白。为此,笔者于2017年度以40%乙·莠SE和30%苯唑草酮SC+90%莠去津WG+专用助剂分别代表玉米田土壤处理除草剂和茎叶除草剂,田间测定了背负式静电喷雾器在不同施药剂量下的静电喷施效果,以期玉米田除草剂的减量施用提供有效途径。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2017年布设在平凉市农业科学院高平试验站($35^{\circ}17'26.63''\text{N}$, $107^{\circ}29'43.83''\text{E}$),该站海拔1360 m,年降水量511.2 mm,年蒸发量1466.55 mm,年均日照2274 h,平均气温8.6℃,相对湿度69%,无霜期174 d。秋季多雨、冬季干燥、春季至初夏少雨多风是该地区典型的气候特点。试验地地块平整,地力均匀,多年未施用除草剂,土壤质地为中壤土,田间持水率21.3%,pH 8.0,有机质6.65 g/kg,土粒中黏粒占33.65%,前茬为高粱。田内杂草发生量大且分布均匀,主要种类有藜 *Chenopodium album* L.、狗尾草 *Setaria viridis* (L.) Beauv.、反枝苋 *Amaranthus retroflexus* L.、铁苋菜 *Acalypha australis* L.、打碗花 *Calystegia hederacea* Wall. ex Roxb.、苣荬菜 *Sonchus arvensis* L.、刺儿菜 *Cirsium setosum* (Willd.) MB.、水棘针 *Amethystea caerulea* L.等,其中以藜和狗尾草占绝对优势。

1.2 试验材料

参试除草剂为40%乙·莠悬乳剂(SE),由河北宣化农药有限责任公司生产;30%苯唑草酮悬浮剂(SC),由德国巴斯夫欧洲公司生产;90%莠去津水分散粒剂(WG),由浙江中山化工集团有限公司生产;专用助剂为甲基化植物油(脂肪酸甲酯 $\geq 75\%$),pH为7.5~9.5,由北京广源益农化学有限责任公司生产。静电喷雾器械为3WJD-18型背负式静电喷雾器,工作压力为0.15~0.4 MPa,荷电方式为接触式,由山东卫士植保机械有限公司生产;普通喷雾器械为WS-16P型背负式手动喷雾器,工作压力为0.2~0.4 MPa,由山东卫士植保机械有限公司生产。参试玉米品种为‘先玉335’,由美国先锋良种国际有限公司育成。电子数显卡尺由日本三丰株式会社生产。

1.3 试验设计

试验以40%乙·莠SE和30%苯唑草酮SC+90%莠去津WG+专用助剂分别代表玉米田土壤处理除草剂和茎叶处理除草剂,前者设置4个施药量

(制剂量,下同)进行静电喷雾,其中的最高量为当地常规用药量;后者通过增减 90%莠去津 WG 施药量(30%苯唑草酮 SC 和专用助剂均保持常规用药量不变)的方法设置 4 个不同剂量配方,并进行静电喷雾,其中的 30%苯唑草酮 SC 105 mL/hm² + 90%莠去津 WG 1 050 g/hm² + 专用助剂 1 350 mL/hm² 是

其常用配方。试验另设背负式喷雾器以 40%乙·莠 SE 常规用药量普通喷雾、背负式喷雾器以 30%苯唑草酮 SC + 90%莠去津 WG + 专用助剂的常用配方普通喷雾、人工除草和空白对照 4 个处理,各处理参数详见表 1。处理随机排列,重复 3 次,小区面积 18.8 m² (4 m × 4.7 m)。

表 1 试验处理设计
Table 1 Design of treatment

处理编号 Treatment code	除草剂施用量 Application rate of herbicide	喷雾方式 Spray method	喷施靶标 The target object of spraying
T ₁	40%乙·莠 SE 3 300 mL/hm ² (常规用药量) acetochlor · atrazine 40% SE 3 300 mL/hm ² (routine dosage)	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	土壤表面 Soil surface
T ₂	40%乙·莠 SE 2 850 mL/hm ² acetochlor · atrazine 40% SE 2 850 mL/hm ²	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	土壤表面 Soil surface
T ₃	40%乙·莠 SE 2 400 mL/hm ² acetochlor · atrazine 40% SE 2 400 mL/hm ²	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	土壤表面 Soil surface
T ₄	40%乙·莠 SE 1 950 mL/hm ² acetochlor · atrazine 40% SE 1 950 mL/hm ²	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	土壤表面 Soil surface
T ₀	40%乙·莠 SE 3 300 mL/hm ² (常规用药量) acetochlor · atrazine 40% SE 3 300 mL/hm ² (routine dosage)	背负式喷雾器普通喷雾 General spray by backpack sprayer	土壤表面 Soil surface
t ₁	30%苯唑草酮 SC 105 mL/hm ² + 90%莠去津 WG 1 050 g/hm ² + 专用助剂 1 350 mL/hm ² (常用配方) topramezone 30% SC 105 mL/hm ² + atrazine 90% WG 1 050 g/hm ² + special auxiliary 1 350 mL/hm ² (common formula)	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	杂草茎叶表面 Stem and leaf surface of weeds
t ₂	30%苯唑草酮 SC 105 mL/hm ² + 90%莠去津 WG 825 g/hm ² + 专用助剂 1 350 mL/hm ² topramezone 30% SC 105 mL/hm ² + atrazine 90% WG 825 g/hm ² + special auxiliary 1 350 mL/hm ²	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	杂草茎叶表面 Stem and leaf surface of weeds
t ₃	30%苯唑草酮 SC 105 mL/hm ² + 90%莠去津 WG 600 g/hm ² + 专用助剂 1 350 mL/hm ² topramezone 30% SC 105 mL/hm ² + atrazine 90% WG 600 g/hm ² + special auxiliary 1 350 mL/hm ²	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	杂草茎叶表面 Stem and leaf surface of weeds
t ₄	30%苯唑草酮 SC 105 mL/hm ² + 90%莠去津 WG 375 g/hm ² + 专用助剂 1 350 mL/hm ² topramezone 30% SC 105 mL/hm ² + atrazine 90% WG 375 g/hm ² + special auxiliary 1 350 mL/hm ²	背负式静电喷雾器静电喷雾 Electrostatic spray by backpack electrostatic sprayer	杂草茎叶表面 Stem and leaf surface of weeds
t ₀	30%苯唑草酮 SC 105 mL/hm ² + 90%莠去津 WG 1 050 g/hm ² + 专用助剂 1 350 mL/hm ² (常用配方) topramezone 30% SC 105 mL/hm ² + atrazine 90% WG 1 050 g/hm ² + special auxiliary 1 350 mL/hm ² (common formula)	背负式喷雾器普通喷雾 General spray by backpack sprayer	杂草茎叶表面 Stem and leaf surface of weeds
CK ₁	人工除草 Artificial weeding	—	—
CK ₂	空白对照 Blank control	—	—

4 月中下旬(4 月 19—20 日),整地、施肥(尿素 300 kg/hm²、磷酸二铵 225 kg/hm²)和旋耕后播种玉米,采用点播器等行距点播,行距 50 cm,穴距 34 cm,每穴播 2 粒,每小区播种 10 行,玉米定苗时(4 叶 1 心期),每穴选留 1 株健壮株,其他管理同大田。土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 在玉米播后翌日均均匀喷布于土壤表面,茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮悬浮剂 + 90%莠去津水分散粒剂 + 专用助剂在玉米 5

叶 1 心期均匀喷施到杂草茎叶表面,2 种药剂的喷雾量均为 450 kg/hm²。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 除草效果调查

玉米大喇叭口期(6 月 16 日),每小区斜对角线 3 点取样^[12-13],样点面积 0.25 m² (0.5 m × 0.5 m),同一小区 3 样点的杂草全部拔出后,混合装入同一个塑料袋,室内分别记载藜、狗尾草及其他杂草的株

数并分别称取其鲜重。

株防效=[(空白对照区杂草株数-处理区杂草株数)/空白对照区杂草株数]×100%；

鲜重防效=[(空白对照区杂草鲜重-处理区杂草鲜重)/空白对照区杂草鲜重]×100%。

1.4.2 玉米株高、茎粗测定

玉米成熟期(9月20日),每小区斜对角线3点取样,每点随机选取5株,逐株测量株高和茎粗。以地面至雄穗顶端的高度作为株高,地面以上第3茎节中部的最大直径(用电子数显卡尺量取)作为茎粗。

1.4.3 玉米穗部性状及产量测定

玉米成熟后,按小区单独收获,同一小区的果穗全部装入1个网袋内并挂牌标记。晒场内晒干后,每小区随机选取20个果穗,逐穗测定果穗粗、果穗有效长度(果穗实际结实部分的长度)和穗粒数;之后,按小区脱粒计产,每小区随机选取500粒玉米籽粒称重。

1.5 数据统计分析

利用 Excel 2007 软件处理数据,用 DPS 7.05

数据处理软件和 Duncan 氏新复极差法分析处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 对杂草的防除效果

土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 通过背负式静电喷雾器静电喷施,其控草效果随施药量的减少有逐渐下降趋势,施药量达到 3 300 mL/hm² (T₁)和 2 850 mL/hm² (T₂)时,对藜、狗尾草和总草均有理想的控制作用,株防效分别达到 100%、64%以上和 87%以上,鲜重防效分别达到 100%、95%以上和 97%以上,与背负式喷雾器以 3 300 mL/hm² 施药量(以下简称常规用药量)普通喷雾(T₀)无显著差异(P>0.05,下同);施药量降至 2 400 (T₃)和 1 950 mL/hm² (T₄)时,对藜的密度、鲜重和总草的鲜重有较好控制作用,但对狗尾草和总草的密度无理想控制作用,株防效分别在 30%以下和 75%以下,极显著低于(P<0.01,下同)背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾(表 2)。

表 2 除草剂在不同施用量下的除草效果¹⁾

Table 2 Weed control effect of herbicides under different application amounts

处理 Treatment	藜 <i>Chenopodium album</i>		狗尾草 <i>Setaria viridis</i>		总草 All weeds	
	株防效/%	鲜重防效/%	株防效/%	鲜重防效/%	株防效/%	鲜重防效/%
	Plant control efficacy	Fresh weight control efficacy	Plant control efficacy	Fresh weight control efficacy	Plant control efficacy	Fresh weight control efficacy
T ₁	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(78.65±8.10)bcBCD	(99.13±0.71)aA	(92.66±1.96)abABC	(97.11±3.20)abA
T ₂	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(64.61±12.38)dD	(95.34±2.04)abAB	(87.76±4.20)bcBC	(97.60±2.84)aA
T ₃	(96.83±3.35)abcAB	(98.22±1.74)abA	(28.18±5.89)eE	(83.88±21.48)bcAB	(74.97±3.12)dD	(95.34±0.67)abA
T ₄	(95.85±2.18)bcAB	(97.99±1.28)abA	(14.01±7.98)fE	(77.60±5.82)cB	(72.28±9.13)dD	(94.19±1.22)abA
T ₀	(99.05±1.65)abA	(99.26±1.28)abA	(71.72±9.92)cdD	(93.96±5.23)abAB	(89.75±4.30)bcABC	(93.89±7.99)abA
t ₁	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(98.58±1.29)aA	(99.76±0.21)aA	(97.71±3.38)aA	(99.15±1.43)aA
t ₂	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(94.12±1.30)aAB	(98.87±0.53)aA	(97.43±0.89)aAB	(99.15±0.74)aA
t ₃	(97.09±2.94)abcAB	(98.05±2.22)abA	(89.59±1.61)abABC	(98.71±0.35)aA	(94.50±2.37)abAB	(92.96±8.97)abA
t ₄	(93.94±2.86)cB	(97.42±0.34)bA	(76.21±3.68)cdCD	(95.82±1.19)abAB	(85.08±3.77)cC	(89.87±1.57)bA
t ₀	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(98.09±0.55)aA	(99.71±0.13)aA	(97.85±1.07)aA	(98.74±1.92)aA

1) 处理 T₀~T₄以及 t₀~t₄ 所用药剂和剂量同表 1。表中数据为平均值±标准差,同列数据后不同大小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 P<0.01、P<0.05 水平上差异显著。下同。
The herbicides and doses in T₀–T₄ and t₀–t₄ treatment are the same as those shown in table 1. The data in the table are mean±SD. Different uppercase and lowercase letters within the same column show significant differences at P<0.01 and P<0.05 levels by Duncan’s new multiple range test, respectively. The same below.

茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂通过背负式静电喷雾器静电喷施,其控草效果随莠去津施用量的减少有逐渐下降趋势,90%莠去津 WG 施用量不低于 600 g/hm² 时,对藜、狗尾草和总草均有理想的控制作用,株防效分别达到 97%以上、89%以上和 94%以上,鲜重防效分别达到 98%以上、98%以上和 92%以上,与背负式喷雾器以“30%苯唑草酮 SC 105 mL/hm² +90%莠去津 WG 1 050 g/hm² +专用助剂 1 350 mL/hm² (以下简

称常用配方)”的配方普通喷雾(t₀)无显著差异;90%莠去津 WG 施用量降至 375 g/hm² (t₄)时,对狗尾草和总草的株防效不甚理想,分别为 76.21%和 85.08%,极显著低于背负式喷雾器以常用配方普通喷雾(表 2)。

因此,从确保控草效果角度看,采取背负式静电喷雾器静电喷施时,宜将土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 和茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂中 90%莠去津 WG 的施用量分别掌握在不低于 2 850 mL/hm² 和不低于 600 g/hm²。

2.2 对玉米株高、茎粗的影响

土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 通过背负式静电喷雾器静电喷施后,玉米的株高和茎粗均以 3 300 mL/hm² (T₁)、2 850 mL/hm² (T₂)和 2 400 mL/hm² (T₃)施药量的较高,其中株高极显著高于背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾 (T₀),与人工除草 (CK₁)无显著差异,茎粗与背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾无显著差异,显著或极显著低于人工除草;施药量降至 1 950 mL/hm² (T₄)时,株高和茎粗均极显著低于背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾,亦极显著低于人工除草(表 3)。

茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂通过背负式静电喷雾器静电喷施后,玉米株高随 90%莠去津 WG 用量的减少有先升后降的趋势,以 825 g/hm² (t₂)时的最高,极显著高于背负式喷雾器以常用配方普通喷雾 (t₀),与人工除草无显著差异;茎粗以 90%莠去津 WG 施用量为 1 050 g/hm² (t₁)和 825 g/hm² (t₂)时的较高,与背负式喷雾器以常用配方普通喷雾无显著差异,极显著高于人工除草,当 90%莠去津 WG 的施用量降至 600 g/hm² (t₃)和 375 g/hm² (t₄)时,玉米茎粗虽与人工除草无显著差异,但显著或极显著低于背负式喷雾器以常用配方普通喷雾(表 3)。

因此,从尽可能改善玉米茎部性状角度看,采取背负式静电喷雾器静电喷施时,宜将土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 和茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂中 90%莠去津 WG 的施用量分别掌握在不低于 2 400 mL/hm² 和 825 g/hm²。

表 3 除草剂不同施用量下的玉米株高和茎粗

Table 3 Plant height and stem diameter of maize under different amounts of herbicides

处理 Treatment	株高/cm Plant height	茎粗/mm Stem diameter
T ₁	(282. 91±0. 36)abcAB	(24. 31±0. 35)deCD
T ₂	(283. 90±0. 17)aA	(24. 15±0. 05)eDE
T ₃	(282. 38±0. 50)abcAB	(24. 19±0. 16)eDE
T ₄	(273. 02±1. 15)eE	(23. 67±0. 36)fE
T ₀	(279. 51±0. 89)dCD	(24. 35±0. 18)deCD
t ₁	(281. 84±1. 34)bcAB	(25. 36±0. 40)aA
t ₂	(283. 58±0. 76)aAB	(25. 44±0. 21)aA
t ₃	(282. 36±0. 81)abcAB	(24. 65±0. 09)cdBCD
t ₄	(281. 40±0. 79)cBC	(24. 52±0. 07)cdeCD
t ₀	(279. 02±0. 83)dD	(25. 10±0. 18)abAB
CK ₁	(283. 38±0. 87)abAB	(24. 78±0. 22)bcBC

2.3 对玉米穗部性状的影响

土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 通过背负式静电喷雾器静电喷施后,玉米果穗有效长度、穗粒数和百粒重均以 3 300 mL/hm² (T₁)和 2 850 mL/hm² (T₂)施药量的较高,其果穗有效长度极显著高于背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾或与之无显著差异,显著高于人工除草或与之无显著差异,穗粒数显著或极显著高于背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾,与人工除草无显著差异,百粒重显著高于背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾或与之无显著差异,与人工除草无显著差异;玉米果穗粗以 3 300、2 850 和 2 400 mL/hm² 施药量的较高,均与背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾无显著差异,亦与人工除草无显著差异(表 4)。

表 4 除草剂不同施用量下的玉米穗部性状

Table 4 Ear characteristics of maize under different amounts of herbicides

处理 Treatment	果穗有效长度/cm The effective length of the ear	果穗粗/cm Ear diameter	穗粒数/粒 Grain number per ear	百粒重/g 100-seed weight
T ₁	(18. 03±0. 14)bcABC	(4. 88±0. 08)abcAB	(602. 23±3. 38)aAB	(32. 95±0. 25)bcBC
T ₂	(18. 40±0. 26)abA	(4. 93±0. 08)abAB	(610. 82±8. 89)aA	(33. 37±0. 47)bAB
T ₃	(17. 47±0. 33)deCD	(4. 90±0. 09)abAB	(583. 10±14. 99)bBC	(32. 82±0. 17)cBC
T ₄	(17. 20±0. 17)eD	(4. 77±0. 03)cB	(580. 12±12. 22)bC	(32. 54±0. 27)cC
T ₀	(17. 80±0. 23)cdBC	(4. 85±0. 00)abcAB	(584. 01±4. 10)bBC	(32. 87±0. 20)cBC
t ₁	(18. 12±0. 10)abcAB	(4. 97±0. 12)aA	(605. 99±3. 21)aA	(32. 81±0. 15)cBC
t ₂	(18. 48±0. 18)aA	(4. 97±0. 03)aA	(612. 15±7. 39)aA	(33. 85±0. 13)aA
t ₃	(17. 96±0. 14)cABC	(4. 93±0. 08)abAB	(606. 36±8. 86)aA	(32. 98±0. 33)bcBC
t ₄	(17. 53±0. 26)deCD	(4. 90±0. 05)abAB	(603. 00±8. 11)aAB	(32. 72±0. 20)cC
t ₀	(18. 02±0. 12)bcABC	(4. 83±0. 03)bcAB	(600. 64±5. 13)aABC	(32. 75±0. 06)cC
CK ₁	(18. 47±0. 31)aA	(4. 97±0. 03)aA	(611. 48±3. 46)aA	(33. 36±0. 27)bAB

茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂通过背负式静电喷雾器静电喷施后,玉米果穗有效长和百粒重随配方中 90%莠去津 WG 施用量的减少呈先升后降趋势,以 90%莠去津 WG 施用量为 825 g/hm² (t₂)时的最高,其果穗有效长显著高于背负式喷雾器以常用配方静电喷雾,与人工除草无显著差异,百粒重极显著高于背负式喷雾器以常用配方普通喷雾,显著高于人工除草;玉米果穗粗和穗粒数在各剂量配方间无显著差异,各剂量配方下的果穗粗显著高于背负式喷雾器以常用配方静电喷雾或与之无显著差异,与人工除草无显著差异,各剂量配方下的穗粒数与背负式喷雾器以常用配方普通喷雾无显著差异,亦与人工除草无显著差异(表 4)。

因此,从尽可能改善玉米穗部性状角度看,采取背负式静电喷雾器静电喷施时,宜将土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 和茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂中 90%莠去津 WG 的施用量分别掌握在不低于 2 850 mL/hm² 和 825 g/hm²。

2.4 对玉米产量的影响

由表 5 看出,土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 通过背负式静电喷雾器静电喷施后,玉米产量随施药量的减少呈先升后减的趋势,以 2 850 mL/hm² (T₂)施药量下的最高,其产量极显著高于背负式喷雾器以常规用药量普通喷雾,与人工除草无显著差异,较人工除草仅减产 1.96%;其他施药量下,可引起产量显著或极显著下降,较人工除草减产 5.93%~14.56%。茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂通过背负式静电喷雾器静电喷施后,玉米产量以配方中 90%莠去津 WG 的施用量为 1 050 g/hm² (t₁)、825 g/hm² (t₂)和 600 g/hm² (t₃)时的较高,与背负式喷雾器以常用配方普通喷雾和人工除草比较均无显著差异,较人工除草减产 0.29%~2.63%;90%莠去津 WG 施用量降至 375 g/hm² (t₄)时,玉米产量与背负式喷雾器以常用配方普通喷雾无显著差异,但显著低于人工除草,较人工除草减产 5.21%。

因此,从尽可能减轻对玉米的产量影响角度看,采取背负式静电喷雾器静电喷施时,宜将土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 和茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂中 90%莠去津 WG 的施用量分别掌握在 2 850 mL/hm² 和不低于 600 g/hm²。

表 5 除草剂不同施用量下的玉米产量
Table 5 Maize yield under different amounts of herbicides

处理 Treatment	玉米产量/ kg · (18.8 m ²) ⁻¹ Maize yield	较 CK ₁ 减产/% Reduction rate of yield compared with CK ₁
T ₁	(17.57±0.41)cdBCD	5.93
T ₂	(18.31±0.26)abAB	1.96
T ₃	(16.67±0.52)eDE	10.75
T ₄	(15.96±0.35)fE	14.56
T ₀	(17.17±0.01)deCD	8.09
t ₁	(18.43±0.70)aAB	1.32
t ₂	(18.63±0.37)aA	0.29
t ₃	(18.19±0.13)abcAB	2.63
t ₄	(17.71±0.47)bcdABC	5.21
t ₀	(18.20±0.45)abcAB	2.59
CK ₁	(18.68±0.33)aA	—

3 结论与讨论

静电喷雾技术的推广应用是实现农药减施的重要途径之一,而静电喷雾器械的合理选择是确保静电喷雾技术能够被推而广之的关键。我国农村现阶段的主要经营模式为家庭联产承包责任制,因而具有鲜明的小规模生产和土地细碎化特征^[14],与之相适应,小型喷雾器械如背负式喷雾器一直占据着市场的主流^[15-16]。背负式静电喷雾器体积小、重量轻、经济实用、操作简便,是与中国农村当下的经营模式高度相适应的一类静电喷雾器械,具有广阔的应用前景。现有的研究^[6-10,17-21]显示,背负式静电喷雾器用于小麦、水稻、蔬菜等作物田喷施杀菌剂、杀虫剂可明显提高药剂防治效果、有效减少农药的施用量,但有关其在作物田特别是玉米田除草剂施用方面的研究报道较少。本研究表明,适宜的土壤处理除草剂和茎叶处理除草剂通过背负式静电喷雾器静电喷施,可明显提高控草效果,显著降低除草剂施用量,并对玉米生长发育无明显影响。从确保控草效果、最大限度改善玉米农艺性状和尽可能减轻或避免对玉米产量影响等方面综合考虑,参试的土壤处理除草剂 40%乙·莠 SE 和茎叶处理除草剂 30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂的适宜施用量可分别降至 2 850 mL/hm² 和 825 g/hm²,较推荐施用量^[22-23] (40%乙·莠 SE 为 4 500 mL/hm²、30%苯唑草酮 SC+90%莠去津 WG+专用助剂混用配方中 90%莠去津 WG 为 1 050 g/hm²) 分别减少用药量 36.67%和 21.43%。可见,背负式静电喷雾器在玉米田土壤处理除草剂和茎叶处理除草剂喷施中具有较大的推广应用价值。

土壤质地、有机质含量、酸碱度、温度、湿度等土

壤理化性状和大气温度、湿度、光照、风力等气象要素分别对土壤处理除草剂和茎叶处理除草剂的药效发挥有明显影响^[24-27],除草剂静电喷施中亦要充分考虑这些客观因素的影响。本试验实施于泾川县南部旱塬区,其土壤、气候状况在陇东乃至全省旱作农业区具有代表性,其研究结论对当地及周边地区玉米田除草剂减量施用有较大的指导价值。但该研究只进行了 1 年,加之所涉及的除草剂仅为代表性品种,其数据的代表性或有欠缺,今后还应系统测定背负式静电喷雾器静电喷施对玉米田除草剂的减量效应在不同年份、不同地点、不同除草剂品种间的差异性,以求更全面地评价背负式静电喷雾器在玉米田除草剂喷施中的应用价值。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴:2007[M]. 北京:中国统计出版社,2007.
- [2] 苏少泉. 我国东北地区玉米田除草剂使用现状、问题及若干新品种[J]. 农药,2010,49(12):859-861.
- [3] 韩树明. 静电喷雾技术在植保领域的应用[J]. 农机化研究,2011(12):249-252.
- [4] 沈从举,贾首星,汤智辉,等. 农药静电喷雾研究现状与应用前景[J]. 农机化研究,2010(4):10-13.
- [5] 周浩生. 静电喷雾特点及器械研究概述[J]. 农机试验与推广,1996(1):14-15.
- [6] 楚桂芬,关祥斌,胡艳霞. 静电喷雾技术防治小麦蚜虫的效果调查[J]. 中国植保导刊,2011,31(12):45-46.
- [7] 高宇,方朝阳,李惠明. 静电喷雾器防治蔬菜病虫害应用示范[J]. 中国植保导刊,2013,33(6):58-59.
- [8] 徐世杰,周子骥,周丽花,等. 3WBJ-16DZ 静电喷雾器施药对稻飞虱防效的评价[J]. 上海农业科技,2011(2):123.
- [9] 邱白晶,徐世杰,邱桂生,等. 3WBJ-16DZ 型多功能静电喷雾器在多种作物上的应用效果[J]. 中国植保导刊,2014,34(S1):25-27.
- [10] 田如海,武向文,纪仁芬,等. 3WBJ-16DZ 型多功能静电喷雾器防治桃树叶螨效果研究[J]. 中国植保导刊,2014,34(S1):23-24.
- [11] 汪乐福,卢启强. 背负式静电喷雾器静电吸附效果减退原因分析[J]. 浙江农业科学,2014(9):1398-1400.
- [12] 岳德成,李青梅,韩菊红,等. 覆膜时期对 3 种地膜在全膜双垄沟播玉米田应用效果的影响[J]. 灌溉排水学报,2018,37(2):30-37.
- [13] 牛树君,刘敏艳,李玉奇,等. 几种除草剂对胡麻田裸燕麦(莠麦)、皮燕麦的防除效果[J]. 植物保护,2015,41(2):220-225.
- [14] 朱沁瑶,黄嫒. 我国农村家庭联产承包责任制的改革探索[J]. 江西广播电视大学学报,2018(1):37-41.
- [15] 宋仁龙. 从植保机械 CCC 认证看我国植保机械行业发展现状[J]. 中国农机化学报,2017,38(4):141-144.
- [16] 周海燕,杨炳南,严荷荣,等. 我国高效植保机械应用现状及发展展望[J]. 农业工程,2014,4(6):4-6.
- [17] 孙少华,朱雪兴,顾欢庆. 背负式静电喷雾器的设计研究[J]. 中国农机化,2009(2):80-82.
- [18] 胡霄峰,杨伟文. TYW-WJ16L 型背负式静电喷雾器的研制及应用研究[J]. 中华卫生杀虫药械,2013,19(3):263-264.
- [19] 林伟锋,陈光华,郑小惠,等. 5 种新型植保施药器械大田应用效果对比试验[J]. 陕西农业科学,2016,62(12):12-13.
- [20] 王学贵,安万霞,刘书华,等. 不同施药器械对环酰菌胺在番茄叶片上的沉积量及其对灰霉病防治效果的影响[J]. 农药学报,2016,18(4):524-529.
- [21] 李天华. 静电喷雾防治水稻稻飞虱的效果[J]. 农业研究与应用,2015(1):30-33.
- [22] 中华人民共和国农业部农药检定所. 农药登记数据[DB/OL]. <http://www.icama.org.cn/hysj/index.jhtml>,2018-07-03.
- [23] 中国农化网. 未来玉米田除草剂的开发思路(下)[EB/OL]. <http://www.agrochemnet.cn/info/detail-20151210-66857.html>,2015-12-10/2018-07-03.
- [24] 刘玉国. 土壤质地与自然条件对除草剂药效的影响[J]. 养殖技术顾问,2011(8):255.
- [25] 吴玉华. 土壤和气候条件对除草剂药效的影响[J]. 农民致富之友,2014(9):194.
- [26] 程慕如,张殿京. 影响除草剂药效的因子[J]. 中国农学通报,1990,6(1):27-30.
- [27] 张贵锋. 影响除草剂药效发挥及产生药害的因素分析[C]//邵振润,梁桂梅. 植物保护与粮食安全—第二十届全国植保信息交流暨农药械交流会论文集. 北京:中国农业出版社,2004:331-334.

(责任编辑:杨明丽)