

2 种增效剂对春玉米田除草剂的减量增效作用

丁新华^{3#*}, 王小武^{1#}, 蒋旭东², 李双建², 付开赞³,
吐尔逊·阿合买提³, 何江³, 郭文超^{3*}

(1. 新疆农业科学院微生物应用研究所, 新疆特殊环境微生物重点实验室, 乌鲁木齐 830091;
2. 新疆农业大学农学院, 乌鲁木齐 830052; 3. 新疆农业科学院植物保护研究所,
农业农村部西北荒漠绿洲作物有害生物综合治理重点实验室, 乌鲁木齐 830091)

摘要 为了明确 2 种增效剂对除草剂的减量效应, 为除草剂科学减施及增效剂安全使用提供数据基础, 2019 年在西北荒漠绿洲生态区春玉米田, 以 38.5% 硝·精·莠去津 CS 和 26.7% 噻隆·异噁酮 SC 作为茎叶处理剂, 测定了激健和辉丰 2 种增效剂在不同施药剂量下的除草效果。结果表明: 在 38.5% 硝·精·莠去津 CS 2 310 mL/hm² 和 26.7% 噻隆·异噁酮 SC 120.15 mL/hm² 的推荐剂量下, 或在它们减量 15% 和 30% 单施的情况下, 38.5% 硝·精·莠去津 CS 对玉米田杂草的防效均优于 26.7% 噻隆·异噁酮 SC; 2 种药剂减量 15% 和 30% 后, 在同等剂量下添加增效剂的处理优于药剂单用, 激健的效果优于辉丰; 药剂减量 15% 的处理效果优于减量 30% 的处理。因此, 在该生态区春玉米田茎叶处理除草剂可选用 38.5% 硝·精·莠去津 CS, 推荐有效剂量为 1 617~1 963.50 mL/hm², 增效剂选用激健, 推荐商品用量为 120.15 mL/hm²。

关键词 杂草防除; 春玉米田; 除草剂; 减量效应; 增效剂

中图分类号: S482.91 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020525

Decrement and synergistic effect of two synergist on herbicides in spring corn field

DING Xinhua^{3#*}, WANG Xiaowu^{1#}, JIANG Xudong², LI Shuangjian², FU Kaiyun³,
TURSUN Ahmat³, HE Jiang³, GUO Wenchao^{3*}

(1. *Institute of Microbial Application, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Xinjiang Key Laboratory of Special Environmental Microbiology, Urumqi 830091, China*; 2. *College of Agriculture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China*; 3. *Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northwestern Oasis, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Urumqi 830091, China*)

Abstract The effect of reducing herbicide with synergist as the data basis for the herbicide reduction application was clarified in the study. The influence of two synergists Jijian and Huifeng on herbicide at different dosages were tested in the field where mesotrione · dexamethasone · atrazine 38.5% CS and thien carbazon-methyl · isoxaflutole 26.7% SC were used as the herbicides for the treatment of stems and leaves in the spring corn area of northwest desert oasis ecological zone in 2019. The results showed that mesotrione · dexamethasone · atrazine 38.5% CS was better than thien carbazon-methyl · isoxaflutole 26.7% SC when applied alone under the recommended dosage level (2 310 mL/hm² and 120.15 mL/hm²) or on the basis of this level reducing 15% dosage and 30% dosage. When the dosage of mesotrione · dexamethasone · atrazine and thiazsulfuron · methyl · isoxone were reduced by 15% (30%) and synergists Jijian and Huifeng were separately added, two synergists both had significant synergy on mesotrione · dexamethasone · atrazine 38.5% CS and thien carbazon-methyl · isoxaflutole 26.7% SC ($P < 0.05$). Under the same herbicide dosage, Jijian was better than Huifeng and the effect was the

收稿日期: 2020-10-9 修订日期: 2020-11-18

基金项目: 新疆维吾尔自治区重点研发计划任务专项(2021B02002-2)

* 通信作者 E-mail: 丁新华 dingxinhua1984@163.com; 郭文超 gwc1966@163.com

为并列第一作者

worst when just using single herbicide. The herbicidal effect of 30% dosage reduction was lower than that of 15% reduction. Therefore, mesotrione · dexamethasone · atrazine 38.5% CS can be chosen for the stem and leaf treatment in the spring corn field in the zone, and its applied dosage 1 617—1 963.50 mL/hm² were recommended with synergist Jijian at the dosage 120.15 mL/hm².

Key words weed control; spring corn field; herbicide; decrement effect; synergist

西北荒漠绿洲生态区光热资源丰富,是重要的玉米生产基地。杂草作为影响玉米产量的重要生物因素之一^[1],不仅同玉米争夺养分、空间,还影响玉米生长发育,严重制约玉米绿色无害化、精品化发展^[2]。目前化学除草剂仍是解决玉米田间杂草最直接、有效和普遍的手段^[3]。但其在基层推广使用过程中,利用率低、施药量偏大等问题显著,针对现有实际施药水平,通过添加增效剂来提高除草剂活性的研究具有现实意义^[4-9],增效剂的推广是实现药剂减施、保护环境、降低药害和抗药性发生风险^[1,3]的重要途径,由此可见,探索除草剂减量增效研究迫在眉睫。在此背景下,如何提高药剂利用率受到科技工作者的广泛关注。

在“转方式、调结构”的新型农业生产战略新形势下,如何建立农药与增效剂尤其是新型高效增效剂的协同科学使用技术,是当前农业植保实践中亟待解决的问题之一。鉴于此,增效剂与农药协同使用技术的相关研究已成为农药安全高效使用尤其是化学农药减施增效技术领域的一个研究热点^[10-13]。已有报道表明,增效剂主要通过改善药液雾滴大小、沉积量、降低其表面张力、增加药剂黏附性及湿润能力,从而达到增效目的^[4-5]。有研究发现,添加增效剂可以提高药液在靶标对象叶片上的沉积量、持留量、耐雨水冲刷能力,并降低药液表面张力及与叶片接触角^[4,6-7],亦有研究发现,有机硅增效剂可显著增加药剂在靶标对象叶片表面的最大持留量和扩展直径^[8],还有研究表明,植物油增效剂可以延长药液雾滴在靶标对象叶片的干燥时间,减少雾滴漂移,促进药液吸收^[9]。上述研究均表明,在药剂中添加增效剂是提高防效和减少药剂用量的重要手段^[5],随着国家对“提质增效、一控两减三基本”的要求,增效剂已成为“减量增效”的新利器,其科学、合理使用已成为研究者关注的重点^[10]。

新疆作为我国西北荒漠绿洲生态区灌溉玉米的种植大区,草害在南北疆各玉米主产区普遍发生,尤其是以凹头苋 *Amaranthus blitum* L.、灰绿藜 *Chenopodium glaucum* L.、野西瓜苗 *Hibiscus trionum*

L.、苘麻 *Abutilon theophrasti* Medicus、狗尾草 *Setaria viridis* L. Beauv.、稗 *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (Retz.) Nees. 等杂草危害最严重,成为制约新疆玉米产业发展的突出植保问题。目前,新疆玉米生产区杂草的防除仍以喷施化学除草剂为主。但近年来,化学除草剂的乱混乱配、过量使用等问题突出,鉴于此,本研究团队于2019年在新疆春播玉米区,以38.5%硝·精·莠去津CS和26.7%噻隆·异噁酮SC的推荐施药量作为茎叶喷雾处理的减量(药)基线,评价了激健和辉丰2种增效剂在不同除草剂减施水平下(用量分别降低15%和30%)的增效作用,旨在探明不同助剂对西北荒漠绿洲生态区春播玉米田除草剂的减量效应,为除草剂科学减施及增效剂安全使用提供数据基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在新疆伊犁伊宁县萨地克于孜乡现代农业科技示范园(81°33′12″E, 43°56′38″N),海拔720 m,属中温带干旱型内陆山地气候,年均温度9℃,多年平均日照时数为2 900 h左右,无霜期163 d。本试验土壤类型为灌耕灰钙土,地块平整,前茬玉米。田间主要杂草有凹头苋、灰绿藜、苘麻、稗。

1.2 供试药剂

供试除草剂:38.5%硝·精·莠去津微囊悬浮剂(CS),先正达(苏州)作物保护有限公司;26.7%噻隆·异噁酮悬浮剂(SC),德国拜耳作物科学公司。

供试增效剂均为植物油类:激健增效剂(简称激健),四川蜀峰作物科学有限公司;辉丰增效剂(简称辉丰),江苏辉丰农化股份有限公司。

1.3 试验设计

试验共设置15个处理,试验药剂用量及组合见表1。试验采用随机区组排列,玉米行距0.68 m,小区面积为66.7 m²,4次重复。

表 1 试验处理¹⁾
Table 1 Experimental treatment

处理编号 Treatment code	处理 Treatment	有效成分用量/ mL·hm ² Dosage of active ingredient	减量/% Reduction
CK	清水 Water	—	—
T1	38.5%硝·精·莠去津 CS mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS	2 310	—
T2	38.5%硝·精·莠去津 CS mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS	1 963.50	15
T3	38.5%硝·精·莠去津 CS+激健 mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS+Jijian	1 963.50+120.15	15
T4	38.5%硝·精·莠去津 CS+辉丰 mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS+Huifeng	1 963.50+75	15
T5	38.5%硝·精·莠去津 CS mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS	1 617	30
T6	38.5%硝·精·莠去津 CS+激健 mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS+Jijian	1 617+120.15	30
T7	38.5%硝·精·莠去津 CS+辉丰 mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS+Huifeng	1 617+75	30
T8	26.7%噻隆·异噁酮 SC thien carbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC	120.15	—
T9	26.7%噻隆·异噁酮 SC thien carbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC	102.13	15
T10	26.7%噻隆·异噁酮 SC+激健 thien carbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC+Jijian	102.13+120.15	15
T11	26.7%噻隆·异噁酮 SC+辉丰 thien carbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC+Huifeng	102.13+75	15
T12	26.7%噻隆·异噁酮 SC thien carbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC	84.11	30
T13	26.7%噻隆·异噁酮 SC+激健 thien carbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC+Jijian	84.11+120.15	30
T14	26.7%噻隆·异噁酮 SC+辉丰 thien carbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC+Huifeng	84.11+75	30

1) 增效剂用量为商品量。
The dosage of synergist is commodity dosage.

1.4 试验方法

玉米播种时间为 2019 年 3 月 15 日,品种‘先玉 1619’,施药日期为 2019 年 5 月 11 日(玉米 5 叶一芯),各处理兑水量为 600 kg/hm²,药剂配好后,将激健和辉丰 2 种增效剂分别按推荐用量依次添加在对应处理药罐中混匀(即桶混)后,进行全田喷雾,空白对照喷施等量清水,施药当日天气晴朗,微风,无降雨。

1.5 数据调查与分析

所有处理每小区按对角线 5 点取样,每点 10 株,于药后 7、14、28 d 观察玉米植株是否发生幼苗矮化、畸形,心叶紧紧卷曲不能正常展开等药害症状,如有药害则记载恢复生长时间、生育期推迟等情况。分别于药后 15、30 d 和 45 d 调查各处理区残存杂草种类和株数,30 d 和 45 d 调查各处理区残存杂草鲜重;每小区采用“W”9 点取样法,每点取样 0.25 m²。

株防效=(对照区杂草株数-处理区残存杂草株数)/对照区杂草株数×100%;

鲜重防效=(对照区的杂草鲜重-处理区的杂草鲜重)/对照区的杂草鲜重×100%。

利用 Microsoft office Excel 2010、SPSS 20.0 软件处理株防效和鲜重防效数据,采用 Duncan 氏新复极差法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同减量水平下的除草剂处理效果

以 38.5%硝·精·莠去津 CS 和 26.7%噻隆·异噁酮 SC 推荐用药量 2 310 mL/hm² (T1) 和 120.15 mL/hm² (T8) 作为常规用量。药后 15~45 d,38.5%硝·精·莠去津 CS 对阔叶类杂草和总草鲜重防效分别为 90.52%~99.21%和 93.75%~98.48%;26.7%噻隆·异噁酮 SC 依次为 80.91%~88.22%和 82.80%~91.33%。在常规用量水平下,38.5%硝·精·莠去津 CS 对阔叶类杂草和总草的防效优于 26.7%噻隆·异噁酮 SC(表 2 和表 3),30 d 防效达最高值,38.5%硝·精·莠去津 CS 对阔叶杂草和总草的鲜重防效以常规用量 T1 最高,分别为 99.21%和 98.48%;26.7%噻隆·异噁酮 SC 也以常规用量 T8 最高,分别为 88.22%和 91.33%。

表 2 除草剂不同施用量对阔叶类杂草的除草效果(新疆, 2019 年)¹⁾

Table 2 Control effect of herbicides on broadleaf weeds under different application amounts (Xinjiang, 2019)

处理编号 Treatment code	药剂施用量 Application rate of herbicide	阔叶类杂草 Broadleaf weed					
		15 d		30 d		45 d	
		株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy
T1	38.5%硝·精·莠去津 CS mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS	(95.35± 0.89)a	(96.34± 0.99)a	(100± 0.00)a	(99.21± 2.46)a	(95.26± 1.28)a	(90.52± 2.56)a
T2	38.5%硝·精·莠去津 CS(减量 15%) mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS (15% reduction)	(80.07± 0.81)b	(83.71± 0.41)b	(83.17± 0.97)b	(86.12± 3.16)b	(75.15± 0.64)bc	(78.56± 0.64)b
T5	38.5%硝·精·莠去津 CS(减量 30%) mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS (30% reduction)	(76.46± 2.43)bc	(76.44± 0.24)c	(77.99± 1.51)c	(79.13± 3.11)c	(71.15± 0.64)c	(72.56± 0.64)c
T8	26.7%噻隆·异噁酮 SC thiencarbazone-methyl· isoxaflutole 26.7% SC	(82.39± 6.42)b	(84.69± 1.66)b	(86.7± 1.49)b	(88.22± 4.32)b	(78.20± 1.28)b	(80.91± 0.87)b
T9	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 15%) thiencarbazone-methyl· isoxaflutole 26.7% SC (15% reduc- tion)	(75.72± 2.14)c	(77.25± 1.79)c	(79.62± 2.03)c	(80.17± 3.75)c	(70.19± 1.69)c	(73.52± 0.75)c
T12	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 30%) thiencarbazone-methyl· isoxaflutole 26.7% SC (30% reduction)	(58.90± 0.81)d	(66.26± 3.02)d	(63.77± 1.43)d	(70.30± 4.51)d	(53.66± 7.12)d	(60.06± 13.15)d

1) 同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。
Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$). The same below.

表 3 除草剂不同施用量对总草的除草效果(新疆, 2019 年)

Table 3 Total weed control effect of herbicides under different application amounts (Xinjiang, 2019)

处理编号 Treatment code	药剂施用量 Application rate of herbicide	总草 Total weeds					
		15 d		30 d		45 d	
		株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy
T1	38.5%硝·精·莠去津 CS mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS	(95.46± 1.49)a	(96.48± 0.54)a	(97.57± 2.48)a	(98.48± 0.54)a	(93.44± 2.84)a	(93.75± 2.14)a
T2	38.5%硝·精·莠去津 CS(减量 15%) mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS (15% reduction)	(87.01± 4.39)b	(90.46± 1.31)b	(90.25± 3.98)b	(93.16± 1.31)b	(85.25± 3.25)b	(87.10± 0.86)b
T5	38.5%硝·精·莠去津 CS(减量 30%) mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS (30% reduction)	(78.19± 3.69)c	(83.52± 2.01)c	(83.95± 3.47)c	(88.52± 2.01)c	(74.04± 6.77)c	(79.11± 0.18)c
T8	26.7%噻隆·异噁酮 SC thiencarbazone-methyl· isoxaflutole 26.7% SC	(77.27± 6.63)c	(85.33± 1.79)c	(89.68± 1.72)b	(91.33± 1.79)bc	(75.59± 8.19)c	(82.80± 1.84)c
T9	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 15%) thiencarbazone-methyl· isoxaflutole 26.7% SC (15% reduc- tion)	(75.16± 2.98)d	(79.84± 2.25)d	(79.94± 2.17)c	(82.84± 2.25)d	(67.11± 3.69)d	(71.99± 0.66)d
T12	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 30%) thiencarbazone-methyl· isoxaflutole 26.7% SC (30% reduction)	(66.23± 0.56)d	(69.32± 6.93)e	(70.37± 1.31)d	(74.32± 6.93)e	(60.44± 9.60)d	(64.69± 12.83)e

当 38.5%硝·精·莠去津 CS 较常规用量减量 15%和 30%(T2 和 T5)单施时,15、30 d 及 45 d 的阔叶类杂草和总草的株防效、鲜重防效较常规用量防效差异显著,且随施药量的减少防效呈下降趋势($P<0.05$)(表 2 和表 3);26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15%和 30%,防效的趋势同 38.5%硝·精·莠去津 CS 一致。在常规用量水平下减量 15%和 30%,38.5%硝·精·莠去津 CS 对阔叶类杂草和总草的防效优于 26.7%噻隆·异噁酮 SC(表 2 和表 3)。

38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15%后单施,15、30、45 d 对总草的鲜重防效分别降低至 90.46%(降低 6.02 百分点)、93.16%(降低 5.32 百分点)、87.10%(降低 6.65 百分点);减量 30%后单施,15、30、45 d 对总草的鲜重防效分别降低至 83.52%(降低 12.96 百分点)、88.52%(降低 9.96 百分点)、79.11%(降低 14.64 百分点)(表 3);26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15%后单施,15、30、45 d 对总草的鲜重防效分别降低至 79.84%(降低 5.49 百分点)、82.84%(降低 8.49 百分点)和 71.99%(降低 10.81 百分点);减量 30%后单施,15、30、45d 对总草的鲜重防效分别降低至 69.32%(降低 16.01 百分点)、74.32%(降低 17.01 百分点)、64.69%(降低 18.11

百分点)(表 3)。

2.2 增效剂对 38.5%硝·精·莠去津 CS 的增效作用

药剂减量 15%时,38.5%硝·精·莠去津 CS+激健组合处理(T3)对阔叶类杂草和总草鲜重防效最高,药后 30 d 防效分别为 94.35%和 98.56%(表 4);和 38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15%单施(T2)相比,38.5%硝·精·莠去津 CS+激健组合处理(T3)对阔叶类杂草和总草鲜重防效分别提高 8.32 百分点和 5.80 百分点,增效幅度为 9.56%和 5.80%;添加增效剂激健的效果优于辉丰;同等剂量下药剂单用的效果最差;药剂减量 30%的除草效果低于减量 15%的。

2.3 增效剂对 26.7%噻隆·异噁酮 SC 的增效作用

药剂减量 15%时,26.7%噻隆·异噁酮 SC+激健组合处理(T10)对阔叶类杂草和总草鲜重防效最高;药后 30 d 防效达最高值,分别为 87.56%和 90.32%(表 5);和 26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15%单施(T9)相比,26.7%噻隆·异噁酮 SC+激健组合处理(T10)对阔叶类杂草和总草鲜重防效依次提高了 7.39 百分点和 7.48 百分点,增效幅度分别为 9.22%和 9.03%;添加增效剂激健的效果优于辉丰;同等剂量下药剂单用的效果最差;药剂减量 30%的除草效果低于减量 15%的。

表 4 增效剂对 38.5%硝·精·莠去津 CS 防除杂草效果的影响(新疆, 2019 年)
Table 4 Effects of synergists on the control efficacy of mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS on weeds (Xinjiang, 2019)

		阔叶类杂草 Broadleaf weed					
		15 d		30 d		45 d	
处理编号 Treatment code	药剂施用量 Application rate of herbicide	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy
T2	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15% mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 15% reduction	(80.07± 0.81) ab	(83.71± 0.41) b	(83.17± 0.97) b	(86.12± 3.16)bc	(75.15± 0.64) b	(78.56± 0.64)b
T3	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15%+激健 mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 15% reduction+Jijian	(86.48± 3.45) a	(91.56± 0.87) a	(91.24± 0.88) a	(94.35± 1.23) a	(79.66± 0.64) a	(85.97± 0.65) a
T4	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15%+辉丰 mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 15% reduction+Huifeng	(81.73± 2.92) a	(86.63± 0.87) b	(85.05± 0.97) b	(89.43± 2.26) b	(76.38± 0.64) ab	(80.82± 1.56) b
T5	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 30% mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 30% reduction	(76.46± 2.43) b	(76.44± 0.24) c	(77.99± 1.51) c	(83.13± 3.11) c	(71.15± 0.64) c	(72.56± 3.25) c
T6	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 30%+激健 mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 30% reduction+Jijian	(81.05± 1.62) a	(88.06± 0.83) b	(84.43± 1.12) b	(90.12± 4.02) b	(75.26± 2.79) b	(80.54± 2.57) b
T7	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 30%+辉丰 mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS 30% reduction+Huifeng	(77.99± 4.21) b	(80.02± 2.36) c	(79.48± 2.31) c	(85.67± 0.54) c	(71.86± 2.7) c	(74.56± 1.46) c

续表 4 Table 4(Continued)

处理编号 Treatment code		总草 Total weeds					
		15 d		30 d		45 d	
		株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy
T2	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15% mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 15% reduction	(87.01± 4.39) bc	(90.01± 1.31) bc	(90.25± 3.98) b	(93.16± 1.31) b	(85.25± 3.25) b	(87.1± 0.86) b
T3	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15%+激健 mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 15% reduction+Jijian	(94.13± 0.71) a	(97.39± 0.38) a	(96.74± 0.89) a	(98.56± 2.45) a	(91.56± 4.39) a	(94.44± 0.08) a
T4	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 15%+辉丰 mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 15% reduction+Huifeng	(88.21± 3.95) ab	(91.33± 1.71) b	(92.05± 1.34) b	(96.32± 2.98) ab	(86.18± 1.95) ab	(89.88± 0.54) b
T5	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 30% mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 30% reduction	(78.19± 3.69) d	(83.52± 2.01) d	(83.95± 3.47) c	(88.52± 2.01) b	(74.04± 6.77) d	(79.11± 0.18) c
T6	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 30%+激健 mesotrione·dexamethasone· atrazine 38.5% CS 30% reduction+Jijian	(83.84± 5.12) c	(88.65± 0.65) b	(89.12± 2.11) b	(92.35± 2.86) b	(82.74± 3.94) b	(85.81± 0.78) bc
T7	38.5%硝·精·莠去津 CS 减量 30%+辉丰 mesotrione·dexamethasone·atrazine 38.5% CS 30% reduction+Huifeng	(80.94± 9.86) cd	(85.57± 0.65) cd	(85.18± 3.52) c	(90.13± 3.15) b	(76.47± 5.42) d	(81.29± 0.71) c

表 5 增效剂对 26.7%噻隆·异噁酮 SC 防除杂草效果的影响(新疆, 2019 年)

Table 5 Effects of synergists on the control efficacy of thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC on weeds (Xinjiang, 2019)

处理编号 Treatment code		阔叶类杂草 Broadleaf weed					
		15 d		30 d		45 d	
		株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy
T9	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15% thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 15% reduction	(75.72± 2.14) a	(77.25± 1.79) bc	(79.62± 2.03) b	(80.17± 3.75) b	(70.19± 1.69) b	(73.52± 3.67) c
T10	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15%+激健 thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 15% reduction+Jijian	(80.26± 13.03) a	(85.89± 1.84) a	(85.98± 0.56) a	(87.56± 1.08) a	(74.40± 9.28) a	(83.02± 2.51) a
T11	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15%+辉丰 thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 15% reduction+Huifeng	(77.23± 7.19) a	(79.86± 2.74) b	(80.21± 1.49) b	(83.45± 0.76) ab	(70.89± 3.56) b	(76.89± 2.71) bc
T12	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 30% thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 30% reduction	(58.90± 0.81) c	(66.26± 3.02) d	(63.77± 1.43) d	(70.30± 4.51) c	(53.66± 7.12) c	(60.06± 3.06) d
T13	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 30%)+激健 thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 30% reduction+Jijian	(62.43± 2.43) b	(74.24± 1.48) c	(68.23± 1.49) c	(76.56± 1.87) b	(56.34± 7.75) c	(70.65± 2.16) c
T14	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 30%)+辉丰 thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 30% reduction+Huifeng	(60.08± 8.75) b	(68.59± 2.15) d	(65.05± 2.92) cd	(71.34± 2.41) c	(54.19± 6.39) c	(63.07± 1.33) d
T9	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15% thiencazabzone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 15% reduction	(75.16± 2.98) bc	(79.84± 2.25) c	(79.94± 2.17) b	(82.84± 2.25) bc	(67.11± 3.69) b	(71.99± 0.66) bc

续表 5 Table 5(Continued)

处理编号 Treatment code		总草 Total weeds					
		15 d		30 d		45 d	
		株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy	株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Fresh weight control efficacy
T10	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15%+激健 thiencarbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 15% reduction+Jijian	(88.85±17.79)a	(94.14±3.8)a	(86.68±1.88)a	(90.32±4.16)a	(78.51±15.23)a	(86.31±2.64)a
T11	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 15%+辉丰 thiencarbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 15% reduction+Huifeng	(79.57±17.21)b	(84.02±5.56)b	(83.98±2.16)ab	(85.98±2.08)b	(70.21±1.12)b	(76.37±0.83)b
T12	26.7%噻隆·异噁酮 SC 减量 30% thiencarbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 30% reduction	(66.23±0.56)d	(69.32±6.93)e	(70.37±1.31)c	(74.32±6.93)d	(60.44±9.60)c	(64.69±12.83)d
T13	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 30%)+激健 thiencarbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 30% reduction+Jijian	(72.13±8.72)c	(80.22±2.47)bc	(80.87±2.65)b	(83.71±2.67)b	(68.25±7.87)b	(73.23±0.35)b
T14	26.7%噻隆·异噁酮 SC(减量 30%)+辉丰 thiencarbazone-methyl·isoxaflutole 26.7% SC 30% reduction+Huifeng	(68.95±4.43)d	(73.28±1.44)d	(73.32±3.85)c	(79.22±1.90)c	(64.65±4.46)bc	(68.61±2.72)c

3 讨论

增效剂的推广是实现药剂减施的重要途径,利用增效剂的特性在充分挖掘增效剂和除草剂协同关系的基础上可以减少玉米生产过程中除草剂的使用^[11-13],且增效剂的合理选择是确保其能够被推而广之的关键,从而实现药剂的减量增效^[14-16]。张谦等^[5]通过盆栽试验和田间试验均印证增效剂对精喹禾灵防治棉田杂草具有减量增效作用;王金信等^[16]针对磺草酮依次与植物油类、矿物油类、表面活性剂等不同类型的增效剂对玉米苗期安全性进行了评价,结果表明,不同类型的增效剂可以不同程度地提高磺草酮除草活性,且对苗期玉米安全;杨娟等^[17]研究发现松香增效剂对烟嘧磺隆防除夏玉米田杂草具有减量增效作用,且对玉米安全。买合吐木古丽等^[18]、云慧等^[19]、蒋山等^[20]、狄蕊等^[21]、李文鞠等^[22]和孙小平^[23]的研究均表明增效剂“激健”与化学农药混用对作物安全,且在保证防治效果的前提下,起到减量增效控害的目的^[24]。

本研究以 38.5%硝·精·莠去津 CS 和 26.7%噻隆·异噁酮 SC 的推荐药量作为茎叶喷雾处理的减量基线,依次测定了激健和辉丰增效剂在药剂不同减施水平下(减量 15%、减量 30%)的增效作用。结果表明,38.5%硝·精·莠去津 CS 和 26.7%噻隆·异噁酮 SC 添加激健增效剂可有效降低除草剂用量的 30%。鉴于 38.5%硝·精·莠去津 CS 和

26.7%噻隆·异噁酮 SC 在推荐剂量的基础上减量 30%单独喷施,对阔叶杂草和总草 30 d 鲜重防效与同等剂量下 38.5%硝·精·莠去津 CS+辉丰增效剂和 26.7%噻隆·异噁酮 SC+辉丰增效剂防效相当($P>0.05$)(添加增效剂后的防效高于同等剂量下的防效,但差异不显著),可推测辉丰增效剂仍有继续降低除草剂使用量的潜力,可进一步开展研究工作。在 38.5%硝·精·莠去津 CS 2 310 mL/hm²和 26.7%噻隆·异噁酮 SC 120.15 mL/hm²的推荐剂量下,或在它们减量 15%和 30%单施或添加增效剂的情况下,上述施药量均对玉米生长安全。此外,本研究也证明,在玉米田除草剂茎叶喷雾处理中添加植物油增效剂可以达到除草剂科学减施及增效剂安全使用的目的,值得进一步推广应用。

参考文献

[1] 岳德成, 胡冠芳, 李青梅, 等. 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[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 243-249.

[2] 黄启鹏, 张亚婷, 宫香伟, 等. 11 种除草剂对秋播豌豆生长发育的影响及防效研究[J]. 中国生态农业学报, 2019, 27(7): 1053-1066.

[3] 叶照春, 何永福, 李鸿波, 等. 3 种莠去津复配剂对玉米田杂草的防除效果[J]. 杂草科学, 2014, 32(4): 58-61.

[4] 石伶俐, 陈福良, 郑斐能, 等. 喷雾助剂对三唑磷在水稻叶片上沉积量的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(12): 4228-4233.

[5] 张谦, 王树林, 祁虹, 等. 助剂对精喹禾灵防治棉田杂草的减量增效作用[J]. 新疆农业科学, 2020, 57(6): 1159-1165.

- [6] 张萍, 姜兴印, 谭海丽, 等. 四种喷雾助剂对啮菌酯在玉米叶片上耐雨水冲刷能力及其对玉米安全性的影响[J]. 农药学学报, 2018, 20(2): 239–248.
- [7] 郭红霞, 纪明山. 七种甲酯化植物油及其复配助剂对噁唑酰草胺的增效作用[J]. 农药学学报, 2020, 22(1): 163–170.
- [8] 张忠亮, 李相全, 王欢, 等. 六种有机硅助剂对氟磺胺草醚的增效作用及其增效机理初探[J]. 农药学学报, 2015, 17(1): 115–118.
- [9] 张靖. 喷雾助剂提高农药对靶沉积性能与增效作用研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2015.
- [10] 孙丽娜, 张怀江, 孙瑞红, 等. 基于文献计量学的农药喷雾助剂研究动态[J]. 农药学学报, 2020, 22(2): 256–264.
- [11] 王成菊, 张文吉. 助剂在除草剂应用中的作用及发展前景[J]. 农药学学报, 2003, 5(1): 12–20.
- [12] 滕春红, 张利斌, 王谦玉, 等. 有机硅助剂对莠去津增效作用的研究[J]. 东北农业大学学报, 2011, 42(1): 71–76.
- [13] 李奇, 林芳源, 吴在敬, 等. 农艺措施和除草剂用量对化感稻产量及杂草生物量的影响[J]. 植物保护学报, 2018, 45(5): 224–232.
- [14] 鲁梅, 王金信, 王云鹏, 等. 除草剂助剂对药液物理性状及对磺草酮药效的影响[J]. 农药学学报, 2004, 6(4): 78–82.
- [15] 牛宏波. 助剂对甲基二磺隆和啶磺草胺防除节节麦的增效作用研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.
- [16] 王金信, 王云鹏, 鲁梅, 等. 不同助剂对磺草酮的增效作用及对玉米苗期安全性测定[J]. 农药, 2004, 43(12): 537–538.
- [17] 杨娟, 臧会巧, 乔欣, 等. 松香助剂对烟嘧磺隆防除夏玉米田杂草的减量增效作用[J]. 农药, 2018, 57(3): 225–227.
- [18] 买合吐木古丽·艾孜不拉, 杨栋, 高永健. 农药增效剂激健在棉叶螨防治中的应用效果[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(11): 63–64.
- [19] 云慧, 李芹英, 宫琳. 增效剂“激健”与农药混用防治玉米穗期虫害试验[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(8): 82.
- [20] 蒋山, 蔡广成, 孙友武, 等. 农药减量助剂“激健”在水稻上的试验示范[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(8): 80.
- [21] 狄蕊, 吴水祥, 邱海萍, 等. 农药增效剂激健在吡蚜酮防治褐飞虱上的应用效果[J]. 浙江农业科学, 2017, 8(4): 686–687.
- [22] 李文鞠, 沈雨. 农药增效剂“激健”在水稻上减量控害效果试验[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(8): 89.
- [23] 孙小平. 激健防治玉米杂草减量增效效果研究[J]. 现代农业科技, 2017(12): 114–115.
- [24] 张宗俭, 张春华. 农药助剂研发进展及在农药减量增效行动中的作用[C]// 陈万权. 绿色植保与乡村振兴. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2018.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 296 页)

- [5] 王靖, 黄云, 李小兰, 等. 十字花科根肿病研究进展[J]. 植物保护, 2011, 37(6): 153–158.
- [6] 于学新, 张于, 王伟. 上海地区十字花科蔬菜根肿病防控技术研究[J]. 上海农业学报, 2015, 31(4): 91–96.
- [7] 王保通, 陈宏, 申雪雪, 等. 解淀粉芽孢杆菌 Ba168 防治十字花科根肿病效果研究[J]. 陕西农业科学, 2016, 62(2): 39–41.
- [8] 何有为. 芽孢杆菌对油菜根肿病和稻瘟病的生防潜能研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2018.
- [9] CHEAH L H, VEERAKONE S, KENT G. Biological control of clubroot on cauliflower with *Trichoderma* and *Streptomyces* spp. [J]. New Zealand Plant Protection, 2000, 53: 18–21.
- [10] WOO S L, RUOCCO M, VINALE F, et al. *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture [J]. The Open Mycology Journal, 2014, 8(S1): 71–126.
- [11] SARWAR M. Biopesticides: An effective and environmental friendly insect-pests inhibitor line of action [J]. International Journal of Engineering and Advanced Research Technology, 2015, 1(2): 10–15.
- [12] 张锡贞, 张红雨. 生物农药的应用与研究现状[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2004, 18(1): 96–100.
- [13] 邱德文. 我国生物农药现状分析与发展趋势[J]. 植物保护, 2007, 33(5): 27–32.
- [14] 世界农化网. 数据解读我国生物农药现状, 发展仍需群策群力 [EB/OL]. (2018–5–10)[2020–10–15]. <http://cn.agropages.com/news>.
- [15] NAIKI T, DIXON G R, IKEGAMI H. Quantitative estimation of spore germination of *Plasmodiophora brassicae* [J]. Transactions of the British Mycological Society, 1987, 89(4): 569–609.
- [16] 郭向华. 甘蓝根肿病菌的生物学特性及致病研究[D]. 重庆: 西南农业大学, 2001.
- [17] 刘勇, 黄小琴, 柯绍英, 等. 四川主栽油菜品种根肿病抗性研究[J]. 中国油料作物学报, 2009, 31(1): 90–93.
- [18] 王靖, 黄云, 张艳, 等. 油菜根肿病菌拮抗微生物的筛选及其防治效果测定[J]. 中国油料作物学报, 2011, 33(2): 169–174.
- [19] KAVITHA S, SENTHIKUMAR S, GNANAMAICKAM S, et al. Isolation and partial characterization of antifungal protein from *Bacillus polymyxa* strain VLB16 [J]. Process Biochemistry, 2005, 40(10): 3236–3243.
- [20] 刘晶晶, 庞叶洲, 张敬泽. 茄子黄萎病原菌致病型分化及其生物防治[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2019, 45(4): 407–417.
- [21] 李鹏祥, 王莘, 刘瑞军. 一株拮抗人参灰霉病菌和黑斑病菌的细菌鉴定[J]. 吉林农业大学学报, 2013, 35(5): 516–519.
- [22] 徐玲, 王伟, 魏鸿刚, 等. 多黏类芽孢杆菌 HY96-2 对番茄青枯病的防治作用[J]. 中国生物防治, 2006, 22(3): 216–220.
- [23] 杨阿丽, 陈佰鸿, 毛娟, 等. 生物药剂和化学药剂对苹果树腐烂病菌的抑制效应[J]. 中国农学通报, 2015, 31(16): 173–181.
- [24] 姚晓远. 影响烟草根腐病发生的微生态机制及其调控研究[D]. 重庆: 西南大学, 2019.
- [25] 郭芳芳, 谢镇, 卢鹏, 等. 一株多黏类芽孢杆菌的鉴定及其生防促生效果初步测定[J]. 中国生物防治学报, 2014, 30(4): 489–496.
- [26] 龙同, 张亚妮, 杨妮娜, 等. 大白菜根肿病生物防治研究进展[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(5): 5–8.

(责任编辑: 田 喆)