

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2021)03-0250-12

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.03.008

病虫害防治

喷雾助剂对灭草松防除马铃薯田阔叶杂草藜的增强作用

王玉灵¹, 王爱华^{2*}, 胡冠芳¹, 刘永刚¹, 牛树君¹, 赵峰¹

(1. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741001)

摘要: 喷雾助剂在增强除草剂药效、提高除草剂对作物的安全性、降低除草剂用量、减轻环境污染等方面具有重要作用。为探明喷雾助剂对灭草松防除马铃薯田阔叶杂草藜(*Chenopodium album* L.)的增强作用, 并评价其强弱, 选用卫士牌WS-18D型背负式电动喷雾器双圆锥雾喷头, 对灭草松及其药液添加喷雾助剂在马铃薯苗期开展茎叶喷雾处理, 药后15 d调查对藜的株防效和鲜重防效, 并计算药效增强指数。结果表明, 480 g/L灭草松AS在3 150~4 500 mL/hm²剂量下对藜防效很低, 药后15 d的株防效和鲜重防效均在26.33%以下, 但在其药液中添加喷雾助剂APG0810 0.1%或GY-Tmax 0.2%、OS 0.1%、FMEE 0.025%、DDB 0.05%喷液量, 株防效和鲜重防效均得到极显著提高, 可达95.02%~100%, 株防效和鲜重防效的增强指数达279.80~1 517.77, 药效增强效果显著。依据田间防效、药效增强指数和用药成本3方面综合评价, 灭草松药液添加喷雾助剂可以降低30%的用药量, 其最佳组合为: 电动喷雾器双圆锥雾喷头+用水量675 L/hm²+480 g/L灭草松AS 3 150 mL/hm²+喷雾助剂APG0810 0.1%或GY-Tmax 0.2%、OS 0.1%、FMEE 0.025%、DDB 0.05%喷液量。

关键词: 马铃薯; 喷雾助剂; 灭草松; 藜; 防除; 增强作用

Enhancement Effects of Bentazone plus Spray Adjuvants on Control of Broadleaf Weed *Chenopodium album* in Potato Field

WANG Yuling¹, WANG Aihua^{2*}, HU Guanfang¹, LIU Yonggang¹, NIU Shujun¹, ZHAO Feng¹

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

2. Tianshui Agricultural Science Research Institute, Tianshui, Gansu 741001, China)

Abstract: Spray adjuvant plays an important role in enhancing the efficacy of herbicide, improving the safety of herbicide to subsequent crops, reducing herbicide usage and alleviating environmental pollution. In order to ascertain enhancement effects of spray adjuvants for Bentazone on control of broadleaf weed (*Chenopodium album* L.) in potato field, and to evaluate their strength, double conical spray nozzle of WS-18D type knapsack electric sprayer was used to spray Bentazone and its liquid with spray adjuvants on stems and leaves of potato and the weed at potato seedling stage. Plant control effects and fresh control effects of the weed 15 days after spraying were investigated, and enhancement indexes were calculated in this research. Control effects of 480 g/L Bentazone AS on the weed were very low at doses of 3 150-4 500 mL/ha, with the plant control effects and fresh control effects 15 days after spraying being all lower than 26.33%, but the control effects of Bentazone liquid with spray adjuvants, Alkyl polyglucoside (APG0810) 0.1% or Methylated vegetable oil adjuvant (GY-Tmax) 0.2%, Organosilicon (OS) 0.1%, Fatty acid methyl ester

收稿日期: 2020-01-20

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD020030304); 甘肃省农业科学院《农药毒理与杂草防控》学科团队(2017GAAS24); 农作物病虫害绿色防控技术产品研发中试基地建设(2019GAAS02); 甘肃省农业科学院中青年基金(2018GAAS09)。

作者简介: 王玉灵(1988-), 女, 研究实习员, 主要从事农田杂草和植物源农药研究。

***通信作者(Corresponding author):** 王爱华, 助理研究员, 主要从事杂粮育种与栽培研究, E-mail: 1431355364@qq.com。

ethoxylates (FMEE) 0.025%, and Dodecyl dimethyl betaine (DDB) 0.05%, were all highly significantly improved, reaching 95.02%-100%. Enhancement index of the control effects were between 279.80-1 517.77, having significant enhancement effects on the control of weed. Based on the three aspects of field efficacy, enhancement index and Bentazone cost, Bentazone liquid with spray adjuvants could reduce the dosage of 30%, and the best combination is double conical spray nozzle of electric sprayer + water 675 L/ha + 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + APG0810 0.1% or GY-Tmax 0.2%, OS 0.1%, FMEE 0.025%, and DDB 0.05%.

Key Words: potato; spray adjuvant; Bentazone; *Chenopodium album* L.; control; enhancement effect

灭草松属杂环类触杀型苗后除草剂, 适用于马铃薯、小麦、玉米、胡麻等多种作物防除阔叶杂草和莎草科杂草, 是截至目前为止在阔叶作物田防除阔叶杂草安全性最高的除草剂。灭草松商品制剂国内生产企业众多, 剂型主要为 25% 水剂、480 g/L 水剂和 560 g/L 水剂, 国外数家公司在中国登记的剂型为 480 g/L 水剂。在实际应用中发现, 不同企业生产的灭草松水剂, 因其添加的助剂种类和含量不同, 其稀释液对藜、油菜等疏水性植物茎叶的润湿效果差异很大, 致其田间防效也存在显著差异。田间初步试验结果表明, 此种情况可通过在灭草松药液中添加喷雾助剂而得到显著改善。有关喷雾助剂对除草剂的增效作用, 国内外有诸多文献报道^[1-10], 其中基于喷雾助剂对除草剂的增效作用机理研究也有报道^[2,4,6,8,9,11-17]。藜(*Chenopodium album* L.)为藜科(Chenopodiaceae)藜属(*Chenopodium*)一年生阔叶杂草, 是甘肃省危害马铃薯的一种阔叶杂草优势种, 课题组前期调查发现, 其一般发生年份致马铃薯产量损失 20% 以上, 重发年份减产 60% 以上。国内报道用于防除马铃薯田杂草的除草剂有双丁乐灵^[18]、扑草净^[19]、噻草酮^[20]、仲丁灵、二甲戊灵、丙炔氟草胺、敌草胺^[21]、氟乐灵、甲草胺、乙草胺^[22]、丁草胺、灭草松、高效氟吡甲禾灵、精吡氟禾草灵、精喹禾灵、二甲戊灵·乙草胺^[23]、烯禾啉、异丙甲草胺、精异丙甲草胺^[24]、噻草酮·乙草胺^[25]、乙草胺·异噁草松、丙炔噁草酮^[26]、砒嘧磺隆^[27]、扑草净·乙草胺、砒嘧磺隆·精喹禾灵·噻草酮和二甲四氯钠盐 + 高效氟吡甲禾灵等^[28,29]。刘巍等^[30]通过研究 480 g/L 灭草松 AS 对马铃薯田一年生阔叶杂草的防效以及对马铃薯的安全性, 筛选出了灭草松的最佳施用剂量。关于喷雾助剂对灭草松防除马铃薯田阔叶杂草藜的增强作用, 国内外未见文献报道。鉴此, 开展

本研究, 旨在为灭草松科学减量施用提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 供试作物与防除对象

马铃薯为‘冀张薯 12 号’; 藜、猪殃殃[*Galium aparine* L. var. *tenerum* (Gren. et Godr.) Rechb.]、刺儿菜[*Cirsium setosum* (Willd.) MB.]、苣荬菜(*Sonchus brachyotus* DC.)、苦苣菜(*S. oleraceus* L.)、荠菜[*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.]、细果角茴香(*Hypocoum leptocarpum* Hook. f. et Thoms.)、问荆(*Equisetum arvense* L.)、繁缕[*Stellaria media* (L.) Cyr.]、宝盖草(*Lamium amplexicaule* L.)、卷茎蓼(*Polygonum convolvulus* L.)、尼泊尔蓼(*P. nepalense* Meisn.)、篇蓄(*P. aviculare* L.)、遏蓝菜(*Thlaspi arvense* L.)、鼬瓣花(*Galeopsis bifida* Boenn.)等阔叶杂草, 2017、2018 年阔叶杂草总密度分别为 167、213 株/m², 藜分别占阔叶杂草总密度的 82%、86%。

1.2 环境条件

试验地位于定西市渭源县会川镇半阴坡村, 属甘肃省中部高寒阴湿区, 海拔 2 300 m, 黑土, pH 7.15、有机质 41.6 g/kg、碱解氮 166 mg/kg、有效磷 31.5 mg/kg、速效钾 174 mg/kg、全氮 2.25 g/kg、全磷 0.67 g/kg 和全钾 19.8 g/kg。年平均气温 4℃, 年降雨量 650 mm, 无霜期 166 d。春季结合翻地整地按 1 200 kg/hm² 施用马铃薯专用肥(N 13%、P₂O₅ 25%、K₂O 10%, 总养分 ≥ 48%, 临沂翔龙化肥有限公司), 2017 年 5 月 3 日、2018 年 5 月 6 日种薯切块播种, 播种量均为 2 250 kg/hm²。马铃薯全生育期不灌水、不追肥。2017 年 9 月 12 日、2018 年 9 月 16 日按小区单独收获马铃薯。

1.3 喷雾助剂最佳添加比例的筛选

喷雾助剂不同添加比例设计列于表 1, 用自来水

表1 喷雾助剂添加比例设计
Table 1 Addition ratio of spray adjuvants and dosage design

喷雾助剂名称 Spray adjuvants	添加比例(%) Addition ratio
烷基多糖苷(APG0810) Alkyl polyglucoside	0.025 0.05 0.1 0.2
甲酯化植物油(GY-Tmax) Methylated vegetable oil adjuvants	0.05 0.1 0.2 0.3
有机硅(OS) Organosilicon	0.05 0.075 0.1 0.2
脂肪酸甲酯乙氧基化物(FMEE) Fatty acid methyl ester ethoxylates	0.01 0.025 0.05 0.075
十二烷基二甲基甜菜碱(DDB) Dodecyl dimethyl betaine	0.01 0.025 0.05 0.075

配成溶液,将疏水性植物藜、油菜(*Brassica napus* L.)和野燕麦(*Avena fatua* L.)叶片浸入溶液中,轻轻摇动,时间为3 s,叶片取出后用滤纸吸除多余溶液,以叶片正反面均匀润湿者为优,其比例即为最佳添加比例。

1.4 供试除草剂、喷雾助剂与剂量设计

供试除草剂、喷雾助剂与剂量(制剂用量,下同)、添加比例设计列于表2。另设人工除草和空白对照。小区面积30 m²,4次重复,随机区组排列。

1.5 施药方法

2017年6月12日、2018年6月20日在马铃薯4~6叶期、藜等阔叶杂草6~8叶期施药。施药器械为卫士牌WS-18D型背负式电动喷雾器(双圆锥雾喷头,山东卫士植保机械有限公司生产),灭草松及其药液添加喷雾助剂均按675 L/hm²兑水,根据小区面积折算成每小区用药量、用水量和喷雾助剂用量,对马

铃薯和藜等阔叶杂草进行茎叶均匀喷雾处理。

1.6 调查内容与方法

1.6.1 对马铃薯的安全性调查

施药后第1、3、7、10和15 d目测各处理对马铃薯有无药害及药害症状,如植株茎秆扭曲畸形、顶稍下垂、枯死、生长迟缓、生长点坏死,叶片变黄、白化、药斑、叶尖叶缘干枯、叶片干枯等主要症状类型,并记录恢复正常生长时间。马铃薯收获时取样测产评价药害对产量的影响。

1.6.2 除草效果调查

施药后1~10 d不定期调查藜中毒症状;药后15 d每小区按对角线3点取样,每点1 m²,调查藜株数,并拔出称其地上部鲜重。

1.6.3 产量调查

马铃薯收获时每小区按对角线3点取样,每点3 m²,将马铃薯全部挖出并称其重量,折合成公顷产

表2 供试除草剂、喷雾助剂与剂量、添加比例设计

Table 2 Tested herbicide, spray adjuvants and dosage, and addition ratio design

除草剂、喷雾助剂名称 Herbicide and spray adjuvant	生产企业 Manufacturing enterprise	制剂用量(mL/hm ²) + 喷雾助剂(占喷液量比例) Dosage of preparation + spray adjuvant (ratio of spray volume)
480 g/L 灭草松 AS 480 g/L Bentazone AS	世科姆化学贸易(上海)有限公司	/
烷基多糖苷(APG0810) Alkyl polyglucoside	山东优索化工科技有限公司	/
甲酯化植物油(GY-Tmax) Methylated vegetable oil adjuvant	北京广源益农化学有限责任公司	/
有机硅(OS) Organosilicon	杭州包尔得新材料科技有限公司	/
脂肪酸甲酯乙氧基化物(FMEE) Fatty acid methyl ester ethoxylates	济南企高化工有限公司	/
十二烷基二甲基甜菜碱(DDB) Dodecyl dimethyl betaine	山东优索化工科技有限公司	/
480 g/L 灭草松 AS	/	3 150
480 g/L Bentazone AS	/	3 600
	/	4 050
	/	4 500
480 g/L 灭草松 AS + APG0810	/	3 150 + 0.1%
480 g/L Bentazone AS + APG0810	/	3 600 + 0.1%
	/	4 050 + 0.1%
	/	4 500 + 0.1%
480 g/L 灭草松 AS + GY-Tmax	/	3 160 + 0.2%
480 g/L Bentazone AS + GY-Tmax	/	3 600 + 0.2%
	/	4 050 + 0.2%
	/	4 500 + 0.2%
480 g/L 灭草松 AS + OS	/	3 160 + 0.1%
480 g/L Bentazone AS + OS	/	3 600 + 0.1%
	/	4 050 + 0.1%
	/	4 500 + 0.1%
480 g/L 灭草松 AS + FMEE	/	3 160 + 0.025%
480 g/L Bentazone AS + FMEE	/	3 600 + 0.025%
	/	4 050 + 0.025%
	/	4 500 + 0.025%
480 g/L 灭草松 AS + DDB	/	3 160 + 0.05%
480 g/L Bentazone AS + DDB	/	3 600 + 0.05%
	/	4 050 + 0.05%
	/	4 500 + 0.05%

量, 与人工除草和空白对照(CK)比较计算增(减)产率。

1.7 数据处理和统计

1.7.1 株防效和鲜重防效

用SPSS 19.0统计软件对防效和产量数据进行差

异显著性分析。

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

鲜重防效(%) = (对照区杂草鲜重 - 处理区杂草

鲜重)/对照区杂草鲜重 $\times 100$ 。

1.7.2 药效增强指数

参照王金信等^[31]提出的药效增强指数(Enhancement index, 简称EI), 用于评价喷雾助剂对除草剂药效增强作用的参数指标, 其计算公式如下:

株防效增强指数 = [(除草剂 + 喷雾助剂)株防效 - 除草剂株防效] / 除草剂株防效 $\times 100$;

鲜重防效增强指数 = [(除草剂 + 喷雾助剂)鲜重防效 - 除草剂鲜重防效] / 除草剂鲜重防效 $\times 100$ 。

药效增强指数愈高, 药效增强作用愈强, 指数 ≥ 100 , 表明具有显著的增强作用。

2 结果与分析

2.1 喷雾助剂最佳添加比例的筛选

表3表明, 烷基多糖苷(APG0810)、甲酯化植

物油(GY-Tmax)、有机硅(OS)、脂肪酸甲酯乙氧基化物(FMEE)和十二烷基二甲基甜菜碱(DDB)的最佳添加比例分别为0.1%、0.2%、0.1%、0.025%和0.05%, 田间试验喷雾助剂之添加比例即以此为依据。

2.2 灭草松及其药液添加喷雾助剂对马铃薯的安全性

安全性调查结果表明, 480 g/L 灭草松 AS 在 3 150~4 500 mL/hm² 剂量下以及各剂量药液添加 5 种喷雾助剂, 对‘冀张薯 12 号’具轻微药害, 表现为叶色稍变黄, 部分叶片叶尖叶缘有少量不规则大小不一的干枯斑, 剂量越高药害越重, 高剂量及高剂量 + 喷雾助剂可致全叶干枯, 生长受抑制, 10~15 d 后方可恢复正常生长。测产结果表明(表4、5), 480 g/L 灭草松 AS 在 3 150、3 600 mL/hm² 低剂量下, 虽药害很轻但防效很差, 马铃薯产量与空白对照(CK)比较表现为一定程度的减产, 减产率在 1.47%~5.00%;

表3 喷雾助剂最佳添加比例的筛选

Table 3 Screening for optimal addition ratio of spray adjuvants

喷雾助剂名称 Spray adjuvant	添加比例(%) Addition ratio	润湿效果及其评价 Wetting effect and evaluation	最佳添加比例(%) Optimal addition ratio
烷基多糖苷(APG0810) Alkyl polyglucoside	0.025	叶片正面、背面均不润湿。差。	0.1
	0.05	叶片正面润湿性好, 背面差。良。	
	0.1	叶片正面、背面完全润湿。优。	
	0.2	叶片正面、背面完全润湿。优。	
甲酯化植物油(GY-Tmax) Methylated vegetable oil adjuvant	0.05	叶片正面、背面均不润湿。差。	0.2
	0.1	叶片正面润湿性好, 背面差。良。	
	0.2	叶片正面、背面完全润湿。优。	
	0.3	叶片正面、背面完全润湿。优。	0.1
有机硅(OS) Organosilicon	0.05	叶片正面、背面均不润湿。差。	
	0.075	叶片正面润湿性好, 背面差。良。	
	0.1	叶片正面、背面完全润湿。优。	
	0.2	叶片正面、背面完全润湿。优。	0.025
脂肪酸甲酯乙氧基化物(FMEE) Fatty acid methyl ester ethoxylates	0.01	叶片正面润湿性差, 背面不润湿。差。	
	0.025	叶片正面、背面完全润湿。优。	
	0.05	叶片正面、背面完全润湿。优。	
	0.075	叶片正面、背面完全润湿。优。	0.05
十二烷基二甲基甜菜碱(DDB) Dodecyl dimethyl betaine	0.01	叶片正面、背面均不润湿。差。	
	0.025	叶片正面润湿性好, 背面差。良。	
	0.05	叶片正面、背面完全润湿。优。	
	0.075	叶片正面、背面完全润湿。优。	

表4 灭草松添加喷雾助剂对马铃薯产量的影响(2017渭源县会川镇)

Table 4 Effects of Bentazone with spray adjuvants on potato yield (Huichuan Town, Weiyuan County, 2017)

处理 Treatment	小区产量 (kg/9m ²) Plot yield	折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	较人工除草减产(%) Reduction ratio compared with manual weeding	较CK增(减)产(%) Increase (reduction) ratio compared with CK
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha	28.49	31 499 nO	-45.74	-5.00
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha	30.28	33 669 lM	-43.73	-1.47
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha	31.29	34 767 kL	-40.12	4.86
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha	31.76	35 289 jK	-39.21	6.43
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.1% APG0810	48.60	54 003 hI	-6.99	62.87
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	48.84	54 267 gH	-6.53	63.67
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.1% OS	48.15	53 500 iJ	-7.80	61.36
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.1% APG0810	49.53	55 034 eF	-5.21	65.99
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	49.61	55 122 eF	-5.05	66.25
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.1% OS	49.21	54 678 fG	-5.82	64.91
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.1% APG0810	50.54	56 156 bB	-3.27	69.37
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	50.46	56 067 bBC	-3.43	69.10
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.1% OS	50.27	55 855 cCD	-3.79	68.47
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.1% APG0810	50.10	55 667 dDE	-4.12	67.90
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	50.03	55 589 dE	-4.25	67.66
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.1% OS	49.96	55 511 dE	-4.37	67.43
人工除草 Manual weeding	52.25	58 056 aA	/	75.10
空白对照(CK)	29.84	33 156 mN	-42.89	/

注: 经新复极差法分析, 同列数据后不同小写(大写)字母表示差异显著(极显著)($P < 0.05$ 或 0.01)。下同。

Note: Different small or capital letters indicate significantly (highly significantly) different ($P < 0.05$ or 0.01) using Duncan's multiple range test. The same below.

表5 灭草松添加喷雾助剂对马铃薯产量的影响(2018渭源县会川镇)

Table 5 Effects of Bentazone with spray adjuvants on potato yield (Huichuan Town, Weiyuan County, 2018)

处理 Treatment	小区产量 (kg/9m ²) Plot yield	折合产量(kg/hm ²) Equivalent yield (kg/ha)	较人工除草减产(%) Reduction ratio compared with manual weeding	较CK增(减)产(%) Increase (reduction) ratio compared with CK
480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha	34.26	38 067 kI	-39.23	-3.55
480 g/L 灭草松 AS 3 600 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha	34.99	38 878 jH	-37.94	-1.49
480 g/L 灭草松 AS 4 050 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha	36.42	40 467 hF	-35.40	2.53
480 g/L 灭草松 AS 4 500 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha	36.68	40 756 hF	-34.94	3.27
480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.025% FMEE	52.94	58 823 gE	-6.10	49.04
480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.05% DDB	53.68	59 645 fD	-4.79	51.13
480 g/L 灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.025% FMEE	54.08	60 089 deCD	-4.08	52.25
480 g/L 灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.05% DDB	53.88	59 867 eFD	-4.43	51.69
480 g/L 灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.025% FMEE	54.69	60 767 bcB	-3.00	53.97
480 g/L 灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.05% DDB	54.85	60 945 bB	-2.71	54.42
480 g/L 灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.025% FMEE	54.51	60 567 bcBC	-3.31	53.46
480 g/L 灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.05% DDB	54.39	60 434 cdBC	-3.53	53.13
人工除草 Manual weeding	56.38	62 645 aA	/	58.73
空白对照(CK)	35.52	39 467 iG	37.00	/

在4 050和4 500 mL/hm²高剂量下, 虽药害相对较重但防效相对较高, 马铃薯产量与CK比较表现为一定程度的增产, 增产率在2.53%~6.43%; 灭草松不同剂量药液添加喷雾助剂由于防效显著提高均表现出显著的增产效果。据此分析, 影响马铃薯产量的主控因素是防效高低而非药害相对轻重, 使用灭草松防除马铃薯田杂草可在生产中推广应用。

2.3 灭草松及其药液添加喷雾助剂对马铃薯田阔叶杂草的防效

2.3.1 2017年试验结果

2017年试验结果表明(表6), 480 g/L 灭草松 AS 在3 150, 3 600, 4 050和4 500 mL/hm²剂量下苗期茎叶喷雾, 药后15 d对马铃薯田阔叶杂草的株防效仅分别为6.02%、6.93%、8.76%和10.58%, 鲜重防效仅分别为15.22%、17.12%、21.30%和

表6 灭草松添加喷雾助剂对马铃薯田阔叶杂草藜的防效和增强作用(2017渭源县会川镇)

 Table 6 Control effects and enhancement of Bentazone with spray adjuvants on broadleaf weed *Chenopodium album* in potato field (Huichuan Town, Weiyuan County, 2017)

处理 Treatment	株数(个/m ²) Plant number (number/m ²)	株防效(%) Plant control effect	增强指数(EI) Enhancement index	鲜重(g/m ²) Fresh weight	鲜重防效(%) Fresh weight control effect	增强指数(EI) Enhancement index
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha	515.0	6.02 jH	/	3 120.0	15.22 hI	/
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha	510.0	6.93 iH	/	3 050.0	17.12 gH	/
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha	500.0	8.76 hG	/	2 896.0	21.30 fG	/
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha	490.0	10.58 gF	/	2 790.0	24.19 eF	/
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.1% APG0810	16.00	97.08 deD	1 512.63	63.0	98.29 bcCD	545.80
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	19.33	96.47 eD	1 502.49	88.0	97.61 cdDE	541.33
480 g/L灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.1% OS	14.33	97.39 dCD	1 517.77	52.0	98.59 bBCD	547.77
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.1% APG0810	7.33	98.66 bcB	1 323.67	30.0	99.19 abABC	479.38
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	8.67	98.42 cBC	1 320.20	33.0	99.10 abABC	478.86
480 g/L灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.1% OS	3.33	99.39 abAB	1 334.20	10.0	99.73 aAB	482.54
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.1% APG0810	0	100 aA	1 041.55	0	100 aA	369.48
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	0	100 aA	1 041.55	0	100 aA	369.48
480 g/L灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.1% OS	0	100 aA	1 041.55	0	100 aA	369.48
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.1% APG0810 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.1% APG0810	0	100 aA	845.18	0	100 aA	313.39
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.2% GY-Tmax 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.2% GY-Tmax	0	100 aA	845.18	0	100 aA	313.39
480 g/L灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.1% OS 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.1% OS	0	100 aA	845.18	0	100 aA	313.39
人工除草 Manual weeding	26.0	95.26 fE	/	118.0	96.79 dE	/
空白对照(CK)	548.0	/	/	3 680.0	/	/

24.19%。但在上述剂量药液中添加喷雾助剂 APG0810 0.1% 喷液量的株防效分别提高至 97.08%、98.66%、100% 和 100%，鲜重防效分别提高至 98.29%、99.19%、100% 和 100%；添加 GY-Tmax 0.2% 喷液量的株防效分别提高至 96.47%、98.42%、100% 和 100%，鲜重防效分别提高至 97.61%、99.10%、100% 和 100%；添加 OS 0.1% 喷液量的株防效分别提高至 97.39%、99.39%、100% 和 100%，鲜重防效分别提高至 98.59%、99.73%、100% 和

100%。显见，在灭草松药液中添加喷雾助剂 APG0810 或 GY-Tmax、OS，极显著提高了其对藜的防效。

2.3.2 2018 年试验结果

2018 年除草效果调查结果表明(表 7)，480 g/L 灭草松 AS 在 3 150，3 600，4 050 和 4 500 mL/hm² 剂量下苗期茎叶喷雾，药后 15 d 对马铃薯田阔叶杂草藜的株防效仅分别为 11.12%、14.17%、16.86% 和 20.69%，鲜重防效仅分别为 13.95%、17.21%、

表 7 灭草松添加喷雾助剂对马铃薯田阔叶杂草藜的防效和增强作用(2018 渭源县会川镇)

Table 7 Control effects and enhancement of Bentazone with spray adjuvants on broadleaf weed *Chenopodium album* in potato field (Huichuan Town, Weiyuan County, 2018)

处理 Treatment	株数(个/m ²) Plant number (number/m ²)	株防效(%) Plant control effect	增强指数(EI) Enhancement index	鲜重(g/m ²) Fresh weight	鲜重防效(%) Fresh weight control effect	增强指数(EI) Enhancement index
480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha	77.33	11.12 jJ	/	1 850.0	13.95 iH	/
480 g/L 灭草松 AS 3 600 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha	74.67	14.17 iI	/	1 780.0	17.21 hG	/
480 g/L 灭草松 AS 4 050 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha	72.33	16.86 hH	/	1 685.0	21.63 gF	/
480 g/L 灭草松 AS 4 500 mL/hm ² 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha	69.00	20.69 gG	/	1 584.0	26.33 fE	/
480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.025% FMEE	4.33	95.02 fEF	754.50	77.0	96.42 eD	591.18
480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 3 150 mL/ha + 0.05% DDB	3.33	96.17 eDE	764.84	51.0	97.63 dC	599.86
480 g/L 灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.025% FMEE	2.33	97.32 dCD	586.80	36.0	98.33 cdBC	471.35
480 g/L 灭草松 AS 3 600 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 3 600 mL/ha + 0.05% DDB	1.67	98.08 cdBC	592.17	25.0	98.83 bcABC	474.26
480 g/L 灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.025% FMEE	1.33	98.47 bcBC	484.05	17.0	99.21 abcAB	358.67
480 g/L 灭草松 AS 4 050 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 4 050 mL/ha + 0.05% DDB	0.67	99.23 abAB	488.55	6.0	99.72 abA	361.03
480 g/L 灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.025% FMEE 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.025% FMEE	0	100 aA	383.33	0	100 aA	279.80
480 g/L 灭草松 AS 4 500 mL/hm ² + 0.05% DDB 480 g/L Bentazone AS 4 500 mL/ha + 0.05% DDB	0	100 aA	383.33	0	100 aA	279.80
人工除草 Manual weeding	4.67	94.63 fF	/	84.0	96.09 eD	/
空白对照(CK)	87.0	/	/	2 150.0	/	/

21.63%和26.33%。但在上述剂量药液中添加喷雾助剂 FMEE 0.025% 喷液量的株防效分别提高至 95.02%、97.32%、98.47%和100%，鲜重防效分别提高至 96.42%、98.33%、99.21%和100%；添加 DDB 0.05% 喷液量的株防效分别提高至 96.17%、98.08%、99.23%和100%，鲜重防效分别提高至 97.63%、98.83%、99.72%和100%。显见，在灭草松药液中添加喷雾助剂 FMEE 或 DDB，极显著提高了其对藜的防效。

2.4 灭草松药液添加喷雾助剂对防除马铃薯田阔叶杂草藜的增强作用

2.4.1 2017年试验结果

2017年试验结果表明(表6)，480 g/L 灭草松 AS 在 3 150~4 500 mL/hm² 剂量下苗期茎叶喷雾对藜防效极低，药后 15 d 的株防效仅在 6.02%~10.58%，鲜重防效仅在 15.22%~24.19%，但在药液中添加喷雾助剂 APG0810 0.1% 或 GY-Tmax 0.2%、OS 0.1% 喷液量，防效得到极显著提高，株防效可达 96.47%~100%，株防效增强指数达 845.18~1 517.77；鲜重防效可达 97.61%~100%，鲜重防效增强指数达 313.39~547.77。株防效和鲜重防效的增强指数远大于 100，表明在灭草松药液中添加喷雾助剂 APG0810 或 GY-Tmax、OS，对其防除藜具有显著的增强作用，总体表现为剂量越低增强作用越显著。

2.4.2 2018年试验结果

2018年试验结果表明(表7)，480 g/L 灭草松 AS 在 3 150~4 500 mL/hm² 剂量下苗期茎叶喷雾对藜防效很低，药后 15 d 的株防效仅在 11.12%~20.69%，鲜重防效仅在 13.95%~26.33%，但在药液中添加喷雾助剂 FMEE 0.025% 或 DDB 0.05% 喷液量，防效得到极显著提高，株防效可达 95.02%~100%，株防效增强指数达 383.33~764.84；鲜重防效可达 96.42%~100%，鲜重防效增强指数达 279.80~599.86。株防效和鲜重防效的增强指数远大于 100，表明在灭草松药液中添加喷雾助剂 FMEE 或 DDB，对其防除藜具有显著的增强作用，总体表现为剂量越低增强作用越显著。

依据田间防效、药效增强指数和用药成本 3 方面综合评价，灭草松药液添加喷雾助剂可以降低 30% 的用药量，其最佳组合为：电动喷雾器双圆锥

雾喷头 + 用水量 675 L/hm² + 480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm² + 喷雾助剂 APG0810 0.1% 或 GY-Tmax 0.2%、OS 0.1%、FMEE 0.025%、DDB 0.05% 喷液量。

2.5 灭草松药液添加喷雾助剂对马铃薯的增产效果

综合比较 2017 和 2018 年的测产结果(表 4、5)，灭草松不同剂量药液添加 5 种喷雾助剂，马铃薯产量与 CK 比较表现为大幅度增产，产量在 53 500~60 945 kg/hm²，增产率在 49.04%~69.37%；而与人工除草比较则表现为一定程度的减产，减产率在 2.71%~7.80%。

3 讨 论

藜为藜科(Chenopodiaceae)藜属(*Chenopodium*)一年生阔叶杂草，是危害马铃薯等多种农作物的难以根除的恶性杂草，其叶片表面密布蜡粉，润湿效果差的灭草松等除草剂之药液在其叶片表面极难润湿铺展，致使不同企业生产的灭草松对藜的田间防效存在极大差异。润湿效果差的灭草松药液不加喷雾助剂对藜的防效很低，既错过了藜的防除适期，又造成灭草松的浪费，加大了生产成本。本研究以灭草松为研究对象，其润湿效果差，旨在探明灭草松药液添加喷雾助剂对防除马铃薯田阔叶杂草藜的增强作用。结果表明：480 g/L 灭草松 AS 在 3 150~4 500 mL/hm² 剂量下苗期茎叶喷雾对藜防效很低，药后 15 d 的株防效和鲜重防效均在 26.33% 以下，但在其药液中添加喷雾助剂 APG0810 0.1% 或 GY-Tmax 0.2%、OS 0.1%、FMEE 0.025%、DDB 0.05% 喷液量，株防效和鲜重防效均得到极显著提高，可达 95.02%~100%，株防效和鲜重防效的增强指数达 279.80~1 517.77。按照药效增强指数的高低评价，灭草松药液添加喷雾助剂对其防除藜具有显著的增强作用，总体表现为剂量越低增强作用越显著。依据田间防效、增强作用和用药成本 3 方面综合评价，灭草松药液添加喷雾助剂可以降低 30% 的用药量，其最佳组合为：电动喷雾器双圆锥雾喷头 + 用水量 675 L/hm² + 480 g/L 灭草松 AS 3 150 mL/hm² + 喷雾助剂 APG0810 0.1% 或 GY-Tmax 0.2%、OS 0.1%、FMEE 0.025%、DDB 0.05% 喷液量。

本研究确定的喷雾助剂最佳添加比例，是以藜、油菜和野燕麦等疏水性杂草的叶片为测试靶

标,通过观察不同添加比例的润湿效果,从润湿效果和成本2方面综合评价而获得。

2017~2018年马铃薯平均产量按60 350 kg/hm²计算,施用灭草松+喷雾助剂与人工除草比较马铃薯平均减产2 728 kg/hm²,马铃薯价格按0.80元/kg计算,经济损失2 182.20元/hm²。灭草松+喷雾助剂+施药用工投入420元/hm²,经济损失按生产成本计算,施用除草剂实际投入2 182.20元/hm²+420元/hm²=2 602.20元/hm²。人工除草用工投入3 600元/hm²。比较显见,施用除草剂+喷雾助剂较人工除草可挽回经济损失3 600元/hm²-2 602.20元/hm²=997.80元/hm²。鉴此,马铃薯苗期施用灭草松+喷雾助剂防除杂草是一项经济有效可行的技术措施,可大面积推广应用。

基于不同企业生产的灭草松水剂,因其添加的助剂种类和含量不同,对藜、油菜等阔叶杂草的田间防效存在很大差异,因此在使用灭草松防除马铃薯等农作物田阔叶杂草藜、油菜时,预先要用藜、油菜叶片开展润湿性试验,按推荐剂量配制药液,若药液的润湿效果良好,则施药时无须添加喷雾助剂;若润湿效果很差或无润湿效果,则必须添加喷雾助剂,做到有的放矢,如此方能发挥灭草松的最佳除草效果,减少不必要的浪费和经济损失。

[参 考 文 献]

- [1] Harrison S K, Wax L M, Bode L E. Influence of adjuvants and application variables on post-emergence weed control with bentazon and sethoxydim [J]. Weed Science, 1986, 34(3): 462-466.
- [2] Wills G D, Mcwhorter C G. Absorption and translocation of herbicides, effect of environment, adjuvants, and inorganic salts [J]. Dairy Science, 1988, 39: 536-541.
- [3] Singh M S, Tan S, Sharma S D, *et al.* Adjuvants enhance weed control efficacy of foliar-applied Diuron [J]. Weed Technology, 2009, 16: 74-78.
- [4] 卢向阳, 徐筠, 陈莉. 几种除草剂药液表面张力、叶面接触角与药效的相关性研究 [J]. 农药学报, 2002, 4(3): 67-71.
- [5] 王成菊, 张文吉. 助剂在除草剂应用中的作用及发展前景 [J]. 农药学报, 2003, 5(1): 12-20.
- [6] 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]. 农药学报, 2004, 6(4): 78-82.
- [7] 鲁梅, 王金信, 刘枉. 甲基化植物油助剂对除草剂的药效增强作用 [J]. 植物保护学报, 2005, 32(1): 295-299.
- [8] 卢向阳, 徐筠. 两种喷雾助剂对氟磺胺草醚在反枝苋上的吸收和药效的影响 [J]. 农药学报, 2006, 8(2): 162-166.
- [9] 刘晓燕, 曹塍程, 尹洪宗, 等. 有机硅提高除草剂在紫茎泽兰叶片上润湿性能的研究 [J]. 生态环境学报, 2010, 19(3): 692-696.
- [10] 藤春红, 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.
- [11] 韩玉军, 马红, 高世杰, 等. 助剂对氟磺胺草醚药液性状及除草活性的影响 [J]. 东北农业大学学报, 2012, 43(4): 126-130.
- [12] Zhang J, Jaek O, Menegat, *et al.* The mechanism of methylated seed oil on enhancing biological efficacy of topamezone on weeds [J]. PloS One, 2013, 8(9): e74280.
- [13] Zhang J, Zheng L, Jäck O, *et al.* Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain [J]. Crop Protection, 2013, 52: 26-32.
- [14] 张忠亮, 李相全, 王欢, 等. 6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]. 农药学报, 2015, 17(1): 115-118.
- [15] 王红春, 石旭旭, 娄远来, 等. 助剂对20%氯氟吡氧乙酸乳油润湿效果及对空心莲子草防效的影响 [J]. 农药学报, 2015, 17(3): 334-340.
- [16] 张靖, 吕和平, 曹立冬, 等. 六种喷雾助剂提高硝磺草酮防除稗草及反枝苋效果的作用机理初探 [J]. 农药学报, 2015, 17(3): 348-356.
- [17] Bellinder R R, Arsenovic M, Shah D A, *et al.* Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon [J]. Weed Science, 2015, 51: 1016-1021.
- [18] 王永存, 张贵林. 地乐胺防除马铃薯、菠菜田杂草试验 [J]. 农药, 1999, 38(8): 32-33.
- [19] 郭耀东, 王富荣, 范仁俊, 等. 扑草净防除马铃薯田杂草药效试验 [J]. 山西农业科学, 2002, 30(3): 62-65.
- [20] 朱秀凤, 陶波, 张淑华. 噻草酮及其混剂马铃薯安全性的研究 [J]. 中国马铃薯, 2002, 16(3): 148-149.
- [21] 黄春艳, 陈铁保, 王宁, 等. 20%顶秧乳油防除马铃薯田杂草效果试验 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17(5): 288-289.
- [22] 郭良芝, 郭青云, 辛存岳, 等. 96%金都尔乳油防除马铃薯田间杂草试验研究 [J]. 现代农业科技, 2007(6): 54-56.

- [23] 白全江, 程玉臣. 40%二甲戊·乙草胺EC防除马铃薯田杂草药效试验[J]. 内蒙古农业科技, 2008(5): 56-57.
- [24] 姚满生, 石志达, 郭万国, 等. 土壤处理与茎叶处理防护马铃薯田杂草的比较试验[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(2): 90-91.
- [25] 程玉臣, 张建平, 曹丽霞, 等. 几种土壤处理除草剂防除马铃薯田间杂草药效试验[J]. 内蒙古农业科技, 2011(4): 58.
- [26] 宫香余, 李鹏, 魏民. 丙炔噁草酮防除马铃薯田杂草效果初报[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(4): 46-47.
- [27] 李芒, 梁东英, 刘斌, 等. 20%砒啶磺隆 OF 对马铃薯田一年生杂草的防除效果[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(3): 476-479, 480.
- [28] 牛树君, 李玉奇, 张新瑞, 等. 防除马铃薯田阔叶杂草除草剂的筛选及对马铃薯安全性[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(5): 278-282.
- [29] 马胜, 贾小霞, 文国宏, 等. 草铵膦对转 *Bar* 基因马铃薯的药害及田间杂草的防治效果[J]. 中国马铃薯, 2017, 31(6): 353-358.
- [30] 刘巍, 李春花, 郝丽萍. 480 g/L 灭草松水剂防治马铃薯田一年生阔叶杂草田间试验研究[J]. 种子科技, 2018(8): 114-115.
- [31] 王金信, 张新, 肖斌. 不同粘度矿物油助剂对除草剂活性的影响[J]. 农药学报, 2002, 4(1): 58-63.

《中国马铃薯》杂志约稿函

《中国马铃薯》杂志是目前全国唯一的马铃薯专业科技期刊, 国际刊号: ISSN 1672-3635, 国内刊号: CN 23-1477/S, 邮发代号: 14-167, 国内外公开发刊。它以繁荣我国马铃薯产业为办刊宗旨, 积极报道国内外有关马铃薯的学术研究、科研动态和各种实用技术的最新消息。该刊由东北农业大学主管, 由东北农业大学主办。《中国马铃薯》(原名《马铃薯杂志》)创刊于1987年。2000年经申请报国家新闻出版总署审批, 更名为《中国马铃薯》, 同年改为大16开本, 并增加彩色广告。2001年《中国马铃薯》经报黑龙江省科委及省新闻出版局批准, 将原来的季刊改为双月刊。

《中国马铃薯》立足国内, 并刊登一些其他国家作者的英文稿件。它集学术性和技术性于一体, 是马铃薯科研、生产、经销单位和用户之间信息交流的一个平台。《中国马铃薯》不同于其他园艺类期刊, 刊登的文章全部是有关马铃薯的, 主要栏目包括: 遗传育种、栽培生理、病虫害防治、土壤肥料、贮藏加工、产业开发、品种介绍、综述及其他。

该刊于2008年1月1日起开始执行作者在线投稿, 进一步提高了工作效率和办公自动化水平, 方便作者查询。欢迎专业委员会各位委员及广大读者踊跃投稿, 投稿时请登录《中国马铃薯》稿件远程处理系统。

网址: <http://mlsz.cbpt.cnki.net/WKA2/WebPublication/index.aspx?mid=mlsz>。

《中国马铃薯》杂志编辑部