

浙沪小麦田杂草调查及优势杂草化学防除技术研究

李 涛, 袁国徽, 钱振官, 范洁群*

(上海市农业科学院, 上海 201403)

摘要 为了明确浙沪小麦田杂草发生情况及优势杂草控制技术,采用唐氏五级目测法和随机取样计数法相结合的方法,对上海和浙江的 116 块冬小麦田杂草进行了抽样调查,同时采用盆栽试验和田间小区试验测定了 7 种除草剂对主要危害杂草的防效。结果表明,浙沪冬小麦田共调查到杂草 43 种,隶属于 14 科,其中菊科杂草种类最多,有 10 种,其次是禾本科杂草 9 种,再次是石竹科杂草 5 种。杂草群落组成以禾本科杂草为主,优势杂草为日本看麦娘 *Alopecurus japonicus* Steud.、苧草 *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern.、棒头草 *Polypogon fugax* Nees ex Steud.、硬草 *Sclerochloa dura* (L.) Beauv.、早熟禾 *Poa annua* L.、鹅肠菜 *Myosoton aquaticum* (L.) Moench、菽荒野豌豆 *Vicia sativa* L.、猪殃殃 *Galium spurium* L. 和小藜 *Chenopodium ficifolium* Smith。室内除草活性及田间药效试验结果表明,日本看麦娘可用 15% 炔草酯 WP、5% 唑啉草酯 EC、30 g/L 甲基二磺隆 OD 和 4% 啶磺草胺 OD 防除;苧草优先选择 15% 炔草酯 WP 和 5% 唑啉草酯 EC 进行防除;棒头草选择 15% 炔草酯 WP、5% 唑啉草酯 EC 和 69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 进行防除;硬草优先选择 15% 炔草酯 WP、5% 唑啉草酯 EC、30 g/L 甲基二磺隆 OD 和 69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 进行防除;早熟禾选择 30 g/L 甲基二磺隆 OD、4% 啶磺草胺 OD 和 50% 异丙隆 WP 进行防除;野燕麦优先选择 15% 炔草酯 WP、5% 唑啉草酯 EC 和 69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 进行防除。

关键词 杂草防除; 小麦; 杂草群落; 优势杂草; 除草剂

中图分类号: S451.221 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2021111

Weed occurrence and chemical control techniques of major weeds in wheat fields in Zhejiang and Shanghai

LI Tao, YUAN Guohui, QIAN Zhenguan, FAN Jiequn*

(Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China)

Abstract Weed investigation, pot experiments and field trials were conducted to determine the weed occurrence and control techniques of major weeds in wheat fields. The results showed that there were 43 weed species in winter wheat fields in Zhejiang and Shanghai, belonging to 14 families. Among them, the species of Asteraceae weeds is the largest with 10 species, followed by Poaceae weeds with nine species, and Caryophyllaceae weeds with five species. The composition of the weed community was dominated by Poaceae weeds, and the major weeds were *Alopecurus japonicus* Steud., *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern., *Polypogon fugax* Nees ex Steud., *Sclerochloa dura* (L.) Beauv., *Poa annua* L., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Vicia sativa* L., *Galium spurium* L. and *Chenopodium ficifolium* Smith. Green house and field experiments showed that clodinafop-propargyl 15% WP, pinoxaden 5% EC, mesosulfuron-methyl 30 g/L OD, and pyroxsulam 4% OD had excellent control efficacy on *A. japonicas*, clodinafop-propargyl 15% WP and pinoxaden 5% EC showed excellent control efficacy on *B. syzigachne*, clodinafop-propargyl 15% WP, pinoxaden 5% EC and fenoxaprop-*P*-ethyl 69 g/L EW could be selected for the control of *P. fugax*, clodinafop-propargyl 15% WP, pinoxaden 5% EC, mesosulfuron-methyl 30 g/L OD and fenoxaprop-*P*-ethyl 69 g/L EW were preferentially used for the control of *S. dura*, mesosulfuron-methyl 30 g/L OD, pyroxsulam 4% OD and isoproturon 50% WP showed good control efficacy on *P. annua*, and clodinafop-propargyl 15% WP, pinoxaden 5% EC, and fenoxaprop-*P*-ethyl 69 g/L EW could be used to control *A. fatua* in wheat fields.

Key words weed control; wheat; weed community; dominant weed; herbicide

收稿日期: 2021-02-25 修订日期: 2021-04-01

基金项目: 上海市科技兴农推广项目[沪农科推字(2018)第 4-14 号];国家重点研发计划(2018YFD0200500);上海市农业科学院卓越团队建设计划[沪农科卓(2022)017]

* 通信作者 E-mail: 18201791220@163.com

小麦是我国第三大粮食作物,常年种植面积稳定在 2 000 万 hm^2 以上,仅次于玉米和水稻^[1-3]。杂草与小麦竞争光照、空间和养分,影响小麦产量和品质,是制约小麦生产的重要生物因子。我国每年因杂草危害造成小麦减产 15% 左右,年损失 40 亿 kg ^[4-5]。小麦田杂草种类繁多,据报道,河北省冬小麦田杂草有 61 种^[6],山东省小麦田杂草有 69 种^[7],湖北省冬小麦田杂草有 39 种^[8]。杂草发生受地理环境、气候条件、种植制度、耕作方式以及除草剂使用等多方面因素的影响^[9-10],上海、浙江地处长江中下游冬麦区,20 世纪 80 年代,长江中下游冬麦田优势杂草以阔叶类杂草为主,禾本科杂草相对较少^[11]。谢国雄等 1997 年—1999 年调查了杭州市麦田杂草,共有 56 种^[12]。何翠娟等 1999 年—2000 年调查了上海市麦田杂草,共有 39 种,田间草相以禾本科杂草为主^[13]。自此以来,浙沪麦区已有近 20 年的时间没有系统地开展过杂草发生情况调查,杂草基础数据较为缺乏。耕作和栽培制度的变化、除草剂使用、频繁调种以及机械跨区作业等因素都会导致小麦田草相发生明显的变化^[14]。及时了解小麦田杂草种类、群落结构和危害情况对于制定科学、合理的杂草防除策略至关重要。

杂草防除是小麦生产中的重要环节,直接影响着小麦生产安全和可持续发展^[15]。化学除草因具有高效、经济、省工等优点,是当前应用最为广泛的杂草治理技术^[16]。2015 年以来,农业农村部组织开展了化肥农药使用量零增长行动。2016 年,我国除草剂销售额 19.72 亿美元,占农药销售额的 40.9%,超过杀虫剂和杀菌剂,位居首位^[17]。减少除草剂用量就可以减少农药的用量,除草剂减量增效是实现农药使用量零增长目标的核心内容之一。小麦是上海、浙江的主要春粮作物,杂草防除主要依赖于除草剂。笔者前期调研发现,浙沪麦区杂草化学防除存在使用的除草剂品种单一、选药不对症以及缺乏对不同作用机制除草剂的合理交替使用等问题。事实上,随着除草剂工业的发展,小麦田新除草剂品种较多(如唑啉草酯、甲基二磺隆、啶磺草胺、氟唑磺隆、炔草酯等),且各具特点^[18]。本研究针对小麦田优势杂草,及时开展新型、高效除草剂的评价筛选,掌握药剂特点及应用技术,提升科学选药技术水平,减少除草剂用量。

因此,本研究的主要目标是:(1)通过调查明确浙沪小麦田杂草种类、群落结构及危害情况,为制定

科学的杂草防控方案提供依据;(2)采用室内盆栽试验和田间小区试验,评价当前小麦田常用除草剂对优势杂草的除草活性及田间药效,为小麦生产的科学选药和对症下药提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试药剂:15% 炔草酯(clodinafop-propargyl)可湿性粉剂(WP)、5% 唑啉草酯(pinoxaden)乳油(EC)、70% 氟唑磺隆(flucarbazone-sodium)水分散粒剂(WG)、30 g/L 甲基二磺隆(mesosulfuron-methyl)可分散油悬浮剂(OD)、69 g/L 精噁唑禾草灵(fenoxaprop-P-ethyl)水乳剂(EW)、50% 异丙隆(isoproturon)可湿性粉剂(WP)、4% 啶磺草胺(pyroxulam)可分散油悬浮剂(OD),除草剂均从市场购买获得。

供试杂草:茵草 *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern.、日本看麦娘 *Alopecurus japonicas* Steud.、棒头草 *Polypogon fugax* Nees ex Steud.、硬草 *Sclerochloa dura* (L.) Beauv.、早熟禾 *Poa annua* L.、野燕麦 *Avena fatua* L.,种子于 2019 年 4 月采自上海市浦东新区小麦田,种子采集后置于阴凉处风干,然后装袋并保存在 4℃ 的冰箱中备用。

1.2 试验方法

1.2.1 浙沪小麦田杂草调查

2018 年—2019 年 4 月,对上海市浦东区、金山区、奉贤区、青浦区、海丰农场以及浙江省嘉兴市、杭州市、宁波市等小麦主要种植区开展杂草调查,共调查 116 块田。调查采用唐氏五级目测法^[19]和随机取样计数法相结合的方法,以自然田块为单位,选择有代表性的田块,每块田面积 3 333.3~10 000 m^2 不等,每块田调查 20 个点,每个点面积 1 m^2 ,记录样方内杂草种类、数量以及杂草群落结构,并根据唐氏五级目测法估算不同杂草种类的危害等级,分级标准见表 1。

相对高度:某种杂草植株高度与小麦植株高度的比值。

相对盖度:某种杂草投影面积与小麦投影面积的比值。

相对多度:某种杂草密度与小麦密度的比值。

危害等级(A):A5=最严重危害,A4=严重危害,A3=中度危害,A2=轻度危害,A1=有出现但不构成危害。

表 1 农田草害目测分级标准

Table 1 Visual grading standard for weeds in farmland			
危害等级 Hazard level	相对高度/% Relative height	相对盖度/% Relative coverage	相对多度/% Relative abundance
A5	>100	30~50	—
	50~100	>50	
A4	>100	10~30	—
	50~100	30~50	
	<50	>50	
A3	>100	5~10	50~100
	50~100	10~30	
	<50	30~50	
	<50	<5~10	
A2	>100	3~5	25~50
	50~100	5~10	
	<50	10~30	
	<50	<5	
A1	>100	<3	<25
	50~100	<5	
	<50	<10	

1.2.2 不同除草剂对小麦田主要危害杂草的室内除草活性试验

1.2.2.1 试材培养

在直径 10 cm,高 8 cm 的黑色塑料盆钵内装入

6 cm 深的消毒细土,然后放入装有水的塑料托盘中,让水逐渐渗入,待土吸足水分,每盆分别定量播种日本看麦娘、茵草、棒头草、硬草或早熟禾种子 20~50 粒,根据种子大小覆土 0.2~0.5 cm,然后置于温室内培养,温度 10~15℃,相对湿度 60%~75%,待杂草长至 3~4 叶期进行喷药处理。喷药前间去弱小苗,每盆定苗至 10 株。

1.2.2.2 试验设计及喷药方法

选择小麦田常用除草剂品种开展评价试验,各除草剂参照其标签推荐剂量范围设置低、高两个供试剂量,另设清水对照处理,每个处理重复 4 次,详细设计见表 2。喷药工具为北京农业信息技术研究中心生产的 ASS-4 型自动控制喷雾台,扇形喷头,喷雾压力 275 kPa,喷液量 450 L/hm²。将供试盆钵放置在喷雾台上,调整喷头与盆钵顶部的距离为 50 cm,按照试验设计的剂量喷雾。喷药后不定期观察并记录杂草受害症状,如生长抑制、失绿、畸形等。喷药后 30 d 取样并称量杂草地上部鲜重,按下列公式计算鲜重抑制率。

$$E = [(W_{CK} - W_t) / W_{CK}] \times 100\%;$$

式中: E 为鲜重抑制率; W_{CK} 为对照组杂草地上部鲜重; W_t 为施药组杂草地上部鲜重。

表 2 供试除草剂信息及试验剂量

Table 2 Details of the herbicides used in the study			
供试药剂 Herbicide	商品名 Commercial name	有效剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Active ingredient dose	生产厂家 Manufacturer
15%炔草酯可湿性粉剂 clodinafop-propargyl 15% WP	麦极	45,67.5	瑞士先正达作物保护有限公司
5%唑啶草酯乳油 pinoxaden 5% EC	爱秀	45,60	瑞士先正达作物保护有限公司
30 g/L 甲基二磺隆可分散油悬浮剂 mesosulfuron-methyl 30 g/L OD	世玛	9,13.5	拜耳股份公司
69 g/L 精噁唑禾草灵水乳剂 fenoxaprop-P-ethyl 69 g/L EW	骠马	62.1,82.8	拜耳股份公司
4%啶磺草胺可分散油悬浮剂 pyroxulam 4% OD	优先	12,15	科迪华农业科技有限责任公司
70%氟唑磺隆水分散粒剂 flucarbazone-sodium 70% WG	彪虎	31.5,42	爱利思达生物化学品北美有限公司
50%异丙隆可湿性粉剂 isoproturon 50% WP	—	1 125,1 500	江苏快达农化股份有限公司

1.2.3 不同除草剂防除小麦田主要危害杂草田间药效试验

田间药效试验在上海市农业科学院庄行综合试验站进行。试验田地势平坦,土质为黄泥头,有机质含量 2.1%,pH 7.1。供试除草剂同表 2,供试剂量为表 2 中各供试除草剂的高剂量,另设人工除草和清水对照处理,小区面积 20 m²,每个处理重复 4 次,随机区组排列。小麦品种为‘扬麦 11’。试验田主要杂草为茵草、日本看麦娘、棒头草和早熟禾。施药时小麦和杂草 3~5 叶期。施药工具为新加坡利农私人有限公司生产的 HD 400 背负式 15 L 喷雾器,单个扇形喷头,压力 1 kgf/cm²,喷液

量 450 L/hm²。施药后不定期观察并记录杂草和小麦的受害症状,如生长抑制、失绿、畸形等。施药后 60 d 每个小区随机取样调查 4 个样方,每个样方 0.25 m²,分种类称量杂草地上部鲜重,按上述公式计算鲜重抑制率。小麦成熟后,每个小区实收测产,并折算为公顷产量。

1.3 数据处理

试验所得数据利用 IBM SPSS Statistics 22.0 (Statistics Package for Social Science)for Windows 统计软件,采用 Duncan 氏新复极差法,在 0.05 水平进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 浙沪小麦田杂草发生情况

本次共调查到杂草 43 种,隶属于 14 科。其中菊科杂草种类最多,有 10 种,其次是禾本科杂草,有 9 种,再次是石竹科杂草,有 5 种。对小麦生长影响较大的主要是禾本科杂草,包括日本看麦娘、茵草、棒头草、硬草、看麦娘、早熟禾和野燕麦;阔叶类杂草中,对小麦生长影响相对较大的是救荒野豌豆 *Vicia sativa* L.、鹅肠菜 *Myosoton aquaticum* (L.) Moench、猪殃殃

Galium spurium L. 和小藜 *Chenopodium ficifolium* Smith。杂草群落组成以禾本科杂草为主,主要杂草群落包括看麦娘属+茵草+猪殃殃+小藜、看麦娘属+早熟禾+救荒野豌豆+猪殃殃、茵草+救荒野豌豆+鹅肠菜、硬草+鹅肠菜+小藜、棒头草+看麦娘属+阿拉伯婆婆纳 *Veronica persica* Poir. +鹅肠菜 5 种类型。综合考虑杂草发生频率、田间密度和危害等级,确定日本看麦娘、茵草、棒头草、硬草、早熟禾、鹅肠菜、救荒野豌豆、猪殃殃、小藜为当前浙沪稻茬冬小麦田优势杂草。杂草种类及危害等级见表 3。

表 3 浙沪冬小麦田杂草名录

Table 3 The list of weed species in winter wheat fields in Shanghai and Zhejiang			
科名 Family	中文名 Common name	拉丁名 Scientific name	危害等级 Hazard level (A)
禾本科 Poaceae	日本看麦娘	<i>Alopecurus japonicus</i> Steud.	3~4
	茵草	<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fern.	3~4
	硬草	<i>Sclerochloa dura</i> (L.) Beauv.	3~4
	棒头草	<i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud.	3~4
	看麦娘	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	2~3
	早熟禾	<i>Poa annua</i> L.	3
	野燕麦	<i>Avena fatua</i> L.	2
	鹅观草	<i>Elymus kamoji</i> (Ohwi) S. L. Chen	1
	黑麦草	<i>Lolium perenne</i> L.	1
菊科 Asteraceae	紫菀	<i>Aster tataricus</i> L. f.	1
	苦苣菜	<i>Ixeris polycephala</i> Cass.	1
	一年蓬	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	1
	黄鹌菜	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	1
	春飞蓬	<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	1
	刺儿菜	<i>Cirsium arvense</i> var. <i>integrifolium</i> C. Wimm. et Grabowski	1~2
	鼠曲草	<i>Pseudognaphalium affine</i> (D. Don) Anderberg	1~2
	泥胡菜	<i>Hemisteptia lyrata</i> (Bunge) Fischer & C. A. Meyer	1
	苦苣菜	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1
	稻槎菜	<i>Lapsanastrum apogonoides</i> (Maximowicz) Pak & K. Bremer	1
十字花科 Brassicaceae	芥	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	1~2
	臭独行菜	<i>Lepidium didymum</i> L.	1
	碎米荠	<i>Cardamine hirsuta</i> L.	2~3
石竹科 Caryophyllaceae	鹅肠菜	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	3~4
	繁缕	<i>Stellaria media</i> (L.) Villars	1
	无心菜	<i>Arenaria serpyllifolia</i> Linn.	1
	漆姑草	<i>Sagina japonica</i> (Sw.) Ohwi	1~2
	卷耳	<i>Cerastium arvense</i> L.	1~2
车前科 Plantaginaceae	阿拉伯婆婆纳	<i>Veronica persica</i> Poir.	2~3
	婆婆纳	<i>Veronica polita</i> Fries	2~3
	水苦苣	<i>Veronica undulata</i> Wall.	1
通泉草科 Mazaceae	通泉草	<i>Mazus pumilus</i> (N. L. Burman) Steenis	1
豆科 Fabaceae	救荒野豌豆	<i>Vicia sativa</i> L.	3~4
伞形科 Apiaceae	蛇床	<i>Cnidium monnieri</i> (L.) Cuss.	1
毛茛科 Ranunculaceae	刺果毛茛	<i>Ranunculus muricatus</i> L.	1
苋科 Amaranthaceae	小藜	<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith	2~3
	灰绿藜	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	1
	藜	<i>Chenopodium album</i> L.	1
茜草科 Rubiaceae	猪殃殃	<i>Galium spurium</i> L.	2~3
大麻科 Cannabaceae	葎草	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.	1~2
蓼科 Polygonaceae	酸模叶蓼	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	1~2
	齿果酸模	<i>Rumex dentatus</i> L.	1~2
	蒺藜	<i>Polygonum aviculare</i> L.	1
牻牛儿苗科 Geraniaceae	野老鹳草	<i>Geranium carolinianum</i> L.	1~2

2.2 不同除草剂对小麦田主要危害杂草的室内除草活性

2.2.1 对日本看麦娘的除草活性

喷药后 30 d 调查, 炔草酯、唑啞草酯、甲基二磺隆和啶磺草胺对日本看麦娘具有较好的除草活性, 鲜重抑制率均大于 95%。精噁唑禾草灵、氟唑磺隆

和异丙隆对日本看麦娘的活性一般, 69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 62.1~82.8 g/hm²、70% 氟唑磺隆 WG 31.5~42 g/hm² 和 50% 异丙隆 WP 1 125~1 500 g/hm² 对日本看麦娘的鲜重抑制率分别为 80.26%~83.56%、73.16%~82.55% 和 73.27%~81.26% (表 4)。

表 4 不同除草剂对小麦主要危害杂草的室内除草活性(30 d)¹⁾

除草剂 Herbicide	有效剂量/g·(hm ²) ⁻¹ Active ingredient dose	鲜重抑制率/% Reduction rate in biomass					
		日本看麦娘 <i>A. japonicus</i>	苘草 <i>B. syzigachne</i>	棒头草 <i>P. fugax</i>	硬草 <i>S. dura</i>	野燕麦 <i>A. fatua</i>	早熟禾 <i>P. amua</i>
15% 炔草酯 WP clodinafop-propargyl 15% WP	45	(96.78±0.86) a	(100±0) a	(93.38±0.79) a	(94.26±0.82) a	(98.48±0.58) a	—
	67.5	(100±0) a	(100±0) a	(95.26±0.65) a	(96.25±0.68) a	(100±0) a	—
5% 唑啞草酯 EC pinoxaden 5% EC	45	(97.56±0.72) a	(100±0) a	(91.26±1.12) a	(92.21±0.74) a	(98.25±0.72) a	—
	60	(98.25±1.26) a	(100±0) a	(93.65±0.85) a	(94.53±0.66) a	(100±0) a	—
30 g/L 甲基二磺隆 OD mesosulfuron-methyl 30 g/L OD	9	(98.76±0.61) a	(71.25±5.14) c	—	(91.25±0.74) a	(85.34±1.63) b	(96.28±0.62) a
	13.5	(100±0) a	(78.74±3.71) bc	—	(92.36±0.59) a	(88.98±1.78) b	(97.22±0.58) a
69 g/L 精噁唑禾草灵 EW fenoxaprop- <i>P</i> -ethyl 69 g/L EW	62.1	(80.26±2.41) b	(64.87±3.16) d	(91.42±0.77) a	(90.16±1.32) a	(95.35±0.66) a	—
	82.8	(83.56±2.65) b	(75.21±2.87) c	(94.26±0.69) a	(94.15±1.25) a	(97.33±0.78) a	—
4% 啶磺草胺 OD pyroxulam 4% OD	12	(98.25±0.78) a	(83.26±1.86) b	—	(75.86±3.18) c	(84.47±1.26) b	(96.25±0.63) a
	15	(98.74±0.63) a	(90.28±0.85) ab	—	(82.68±2.85) b	(85.31±2.15) b	(98.78±0.72) a
70% 氟唑磺隆 WG flucarbazone-sodium 70% WG	31.5	(73.16±3.67) c	(72.26±3.18) c	—	—	(81.56±1.68) b	—
	42	(82.55±1.52) b	(79.18±2.74) bc	—	—	(86.24±2.15) b	—
50% 异丙隆 WP isoproturon 50% WP	1 125	(73.27±3.71) c	(82.24±2.24) b	—	(65.24±3.36) d	—	(85.24±1.87) c
	1 500	(81.26±2.66) b	(90.69±1.15) ab	—	(70.32±3.52) cd	—	(90.18±1.16) b

1) “—”代表鲜重抑制率低于 30%。同列数据后不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$), 下同。
“—” means the reduction rate in biomass is less than 30%. Different letters in the same column indicate significant difference among treatments ($P<0.05$), the same below.

2.2.2 对苘草的除草活性

试验结果表明, 炔草酯和唑啞草酯对苘草的除草活性最高, 其次是啶磺草胺和异丙隆, 而甲基二磺隆、精噁唑禾草灵和氟唑磺隆对苘草的活性相对较差。喷药后 30 d 调查, 15% 炔草酯 WP 和 5% 唑啞草酯 EC 各供试剂量对苘草的鲜重抑制率均为 100%。4% 啶磺草胺 OD 12~15 g/hm² 和 50% 异丙隆 WP 1 125~1 500 g/hm² 对苘草的鲜重抑制率分别为 83.26%~90.28% 和 82.24%~90.69%。30 g/L 甲基二磺隆 OD 9~13.5 g/hm²、69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 62.1~82.8 g/hm² 和 70% 氟唑磺隆 WG 31.5~42 g/hm² 对

苘草的鲜重抑制率均不足 80% (表 4)。

2.2.3 对棒头草的除草活性

喷药后 30 d 调查, 炔草酯、唑啞草酯和精噁唑禾草灵对棒头草具有较好的除草活性, 各供试剂量对棒头草的鲜重抑制率均大于 90%。除此外, 其他供试除草剂对棒头草的活性均较差, 鲜重抑制率均不足 30% (表 4)。

2.2.4 对硬草的除草活性

试验结果表明, 炔草酯、唑啞草酯、甲基二磺隆和精噁唑禾草灵对硬草的除草活性最高, 其次是啶磺草胺和异丙隆, 氟唑磺隆对硬草的活性很差。喷

药后 30 d 调查,15%炔草酯 WP、5%唑啉草酯 EC、30 g/L 甲基二磺隆 OD 和 69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 各供试剂量对硬草的鲜重抑制率均大于 90%。4%啶磺草胺 OD 12~15 g/hm² 和 50%异丙隆 WP 1 125~1 500 g/hm² 对硬草的鲜重抑制率分别为 75.86%~82.68%和 65.24%~70.32%。70%氟唑磺隆 WG 31.5~42 g/hm² 对硬草的鲜重抑制率不足 30%(表 4)。

2.2.5 对野燕麦的除草活性

试验结果表明,炔草酯、唑啉草酯和精噁唑禾草灵对野燕麦活性最高,其次是甲基二磺隆、啶磺草胺和氟唑磺隆,异丙隆对野燕麦活性很差。喷药后 30 d 调查,15%炔草酯 WP、5%唑啉草酯 EC 和 69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 各供试剂量对野燕麦的鲜重抑制率均大于 95%。30 g/L 甲基二磺隆 OD 9~13.5 g/hm²、4%啶磺草胺 OD 12~15 g/hm² 和 70%氟唑磺隆 WG 31.5~42 g/hm² 对野燕麦的鲜重抑制率分别为 85.34%~88.98%、84.47%~85.31%和 81.56%~86.24%。50%异丙隆 WP 1 125~1 500 g/hm² 对野燕麦的鲜重抑制率不足 30%(表 4)。

2.2.6 对早熟禾的除草活性

调查结果表明,甲基二磺隆、啶磺草胺和异丙隆

对早熟禾具有较好的除草活性,除此外,其他供试除草剂对早熟禾的活性很差。喷药后 30 d 调查,30 g/L 甲基二磺隆 OD 9~13.5 g/hm²、4%啶磺草胺 OD 12~15 g/hm² 和 50%异丙隆 WP 1 125~1 500 g/hm² 对早熟禾的鲜重抑制率分别为 96.28%~97.22%、96.25%~98.78%和 85.24%~90.18%。15%炔草酯 WP、5%唑啉草酯 EC、69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 和 70%氟唑磺隆 WG 各供试剂量对早熟禾的鲜重抑制率均不足 30%(表 4)。

2.3 不同除草剂防除小麦田主要危害杂草的田间药效

2.3.1 药剂的作用速度和安全性

施药后不定期目测观察结果表明,各供试除草剂对杂草的作用速度较慢,施药后 15~20 d 杂草才表现出中毒症状,具体表现为杂草叶片褪绿、发红。施药后 30~45 d,敏感杂草开始枯黄死亡。各供试除草剂及剂量对供试小麦品种‘扬麦 11’生长安全,试验期间未见小麦产生药害症状。小麦成熟后测产结果表明,各供试除草剂及剂量处理区小麦产量均显著优于清水对照处理,炔草酯、唑啉草酯、甲基二磺隆和啶磺草胺处理区小麦产量与人工除草处理之间没有显著差异(表 5)。

表 5 不同除草剂防除小麦田主要杂草的效果和产量(60 d)¹⁾

Table 5 Efficacy of different herbicides against the major weed in wheat fields and wheat yield (60 d)

除草剂 Herbicide	有效剂量/ g · (hm ²) ⁻¹ Active ingredient dose	鲜重抑制率/% Reduction rate in biomass				产量/ kg · (hm ²) ⁻¹ Yield
		日本看麦娘 <i>Alopecurus japonicus</i>	菵草 <i>Beckmannia syzigachne</i>	棒头草 <i>Polypogon fugax</i>	早熟禾 <i>Poa annua</i>	
15%炔草酯 WP clodinafop-propargyl 15% WP	67.5	(96.75±0.47)a	(96.45±0.85)a	(93.18±0.84)a	(12.32±0.87)b	(3 547.4±85.6)a
5%唑啉草酯 EC pinoxaden 5% EC	60	(96.33±0.58)a	(97.68±0.47)a	(92.89±0.92)a	(8.65±0.77)b	(3 588.6±107.4)a
30 g/L 甲基二磺隆 OD mesosulfuron-methyl 30 g/L OD	13.5	(95.42±0.63)a	(74.65±2.47)c	(14.51±2.36)b	(92.14±0.85)a	(3 472.8±77.8)ab
69 g/L 精噁唑禾草灵 EW fenoxaprop-P-ethyl 69 g/L EW	82.8	(78.96±1.85)b	(75.68±1.46)c	(90.38±0.77)a	(15.96±1.24)b	(3 415.8±65.4)b
4%啶磺草胺 OD pyroxsulam 4% OD	15	(91.21±1.27)a	(84.46±2.13)b	(9.74±0.68)b	(90.36±1.22)a	(3 480.7±102.2)ab
70%氟唑磺隆 WG flucarbazone-sodium 70% WG	42	(77.98±2.16)b	(75.32±1.85)c	(11.37±1.27)b	(20.34±2.18)b	(3 420.1±76.8)b
50%异丙隆 WP isoproturon 50% WP	1 500	(70.58±1.35)c	(76.74±1.32)c	(24.85±1.32)b	(81.67±2.13)b	(3 408.6±95.7)b
人工除草 Hand weeding	0	—	—	—	—	(3 572.2±82.4)a
CK	0	—	—	—	—	(3 017.4±71.7)c

1) 小麦成熟后,测定小麦产量。
The yield of wheat was measured after wheat mature stage.

2.3.2 除草效果

施药后 60 d 取样调查结果表明,15% 炔草酯 WP 67.5 g/hm² 和 5% 唑啉草酯 EC 60 g/hm² 对日本看麦娘、茵草和棒头草防效优异,鲜重抑制率均大于 90%,对早熟禾几乎无效;30 g/L 甲基二磺隆 OD 13.5 g/hm² 和 4% 啶磺草胺 OD 15 g/hm² 对日本看麦娘和早熟禾具有较好的防效,鲜重抑制率均大于 90%,对茵草防效一般,鲜重抑制率均不足 85%,对棒头草几乎无效;69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 82.8 g/hm²、70% 氟唑磺隆 WG 42 g/hm² 和 50% 异丙隆 WP 1 500 g/hm² 对日本看麦娘和茵草均有一定的防效,但不足以有效控制其危害,鲜重抑制率仅 80% 左右;69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 82.8 g/hm² 对棒头草的鲜重抑制率大于 90%,对早熟禾几乎无效;70% 氟唑磺隆 WG 42 g/hm² 对棒头草和早熟禾几乎无效;50% 异丙隆 WP 1 500 g/hm² 对早熟禾有一定的防效,鲜重抑制率约 80% 左右(表 5)。

3 讨论

麦田杂草发生受地理环境、气候条件、种植制度、耕作方式以及除草剂使用等多方面因素的影响^[14],开展小麦田草害调查是制定科学防除策略的前提。上海、浙江地处长江中下游冬麦区,主要种植制度为一年两熟,以小麦复种水稻为主。本次共调查到小麦田杂草 14 科 43 种,其中菊科杂草 10 种,禾本科杂草 9 种,石竹科杂草 5 种。田间杂草群落组成以禾本科杂草为主,包括看麦娘属、茵草、棒头草、硬草和早熟禾。杂草群落演替是当前我国农田杂草防控中面临的突出问题^[20]。20 世纪 80 年代,长江中下游小麦田优势杂草为看麦娘属、鹅肠菜、雀舌草、阿拉伯婆婆纳、救荒野豌豆、猪殃殃等^[11]。两者比较可知,杂草群落结构已经发生了明显的变化,这对小麦田杂草治理提出了新的挑战。

看麦娘属、茵草、棒头草、硬草和早熟禾是当前浙沪稻茬小麦田主要危害杂草。针对主要危害杂草开展高效除草剂评价筛选是实现科学选药和对症下药的关键。炔草酯、唑啉草酯、甲基二磺隆、精噁唑禾草灵、啶磺草胺、氟唑磺隆和异丙隆是当前小麦田应用最为广泛的苗后茎叶处理除草剂品种^[18]。室内除草活性及田间药效调查结果表明,上述除草剂所能控制的敏感杂草种类不尽相同。15% 炔草酯 WP 和 5% 唑啉草酯 EC 对日本看麦娘、茵草、棒头

草、硬草和野燕麦防效优异,但对早熟禾效果差;30 g/L 甲基二磺隆 OD、4% 啶磺草胺 OD 和 50% 异丙隆 WP 对早熟禾具有较好的防效,但对棒头草效果差;69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 对棒头草效果好,但对早熟禾效果差。田间试验结果与室内除草活性测定结果基本一致。精噁唑禾草灵、氟唑磺隆和异丙隆处理的小麦产量显著低于人工除草,这可能与上述药剂对小麦田主要杂草的整体防效较差有关。

浙沪麦区小麦种植方式以稻茬免耕撒播为主,受水稻秸秆还田量大的影响,小麦田使用土壤封闭除草剂的效果并不理想,杂草防除主要依赖于苗后茎叶处理除草剂。笔者前期调研发现,浙沪麦区除草剂使用品种较为单一,主要以炔草酯和精噁唑禾草灵为主,缺乏对不同作用机制除草剂的交替使用。本研究表明,15% 炔草酯 WP 和 69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 对早熟禾的防效很差,不适合用于以早熟禾为优势杂草种群的小麦田。69 g/L 精噁唑禾草灵 EW 对日本看麦娘和茵草的活性一般,对于以日本看麦娘和茵草为优势种群的小麦田,应及时选择更高效的除草剂品种进行替代。本研究结果可为浙沪小麦田杂草防除以及除草剂的合理交替使用提供技术参考,提升科学选药技术水平,减少除草剂用量。

参考文献

- [1] 黄红娟,黄兆峰,姜翠兰,等. 长江中下游小麦田杂草发生组成及群落特征[J]. 植物保护, 2021, 47(1): 203-211.
- [2] 郝晓燕. 我国小麦生产区位集聚: 特征、影响因素及增长效应[D]. 北京: 中国农业大学, 2019.
- [3] 刘万才,刘振东,黄冲,等. 近 10 年农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析[J]. 植物保护, 2016, 42(5): 1-9.
- [4] 阎世江,刘洁. 中国麦田除草剂应用现状研究[J]. 农药市场信息, 2014(2): 4-6.
- [5] 张泽溥. 我国农田杂草治理技术的发展[J]. 植物保护, 2004, 30(2): 28-33.
- [6] 李秉华,王贵启,魏守辉,等. 河北省冬小麦田杂草群落特征[J]. 植物保护学报, 2013, 40(1): 83-88.
- [7] 高兴祥,李美,房锋,等. 山东省小麦田杂草组成及群落特征[J]. 草业学报, 2014, 23(5): 92-98.
- [8] 李儒海,褚世海,魏守辉,等. 湖北省冬小麦田杂草种类与群落特征[J]. 麦类作物学报, 2014, 34(11): 1589-1594.
- [9] 李涛,范洁群,钱振官,等. 稻茬种养田杂草群落组成及不同除草剂对黄鳢生长的影响[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 224-229.
- [10] 王慧敏,魏守辉,张朝贤,等. 小麦秸秆对杂草种子萌发和土

- 壤微生物代谢的影响[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 114-120.
- [11] 梁帝允, 李香菊. 小麦田杂草防除技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2017.
- [12] 谢国雄, 童贤明, 王国荣, 等. 杭州市麦田杂草十年间的变化[J]. 杭州科技, 2000(5): 31.
- [13] 何翠娟, 周伟军, 金燕. 上海市麦田杂草的发生、危害现状和防除对策[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2004(4): 393-399.
- [14] 李伟. 小麦田茵草(*Beckmannia syzigachne*)对精噻唑禾草灵的代谢抗性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2018.
- [15] 李涛, 温广月, 钱振官, 等. 不同类型杂草危害对小麦产量的影响[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(4): 28-30.
- [16] CHAUHAN B S, JOHNSON D E. Germination ecology of Chinese sprangletop (*Leptochloa chinensis*) in the Philippines [J]. Weed Science, 2008, 56(6): 820-825.
- [17] 佚名. 2016年中国六大作物上最畅销农药及其销售额排行榜[J]. 南方农药, 2017, 21(5): 45-48.
- [18] 李涛, 袁国徽, 钱振官, 等. 7种茎叶处理除草剂对野燕麦的生物活性评价[J]. 植物保护, 2018, 44(6): 224-229.
- [19] 唐洪元. 中国农田杂草[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 1991.
- [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.
- (责任编辑: 田 喆)
- ~~~~~
- (上接 311 页)
- [4] 秦胜楠. 东北与华南花生产区昆虫群落结构及多样性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2017.
- [5] 管晓志. 黄淮海地区花生田昆虫群落结构及多样性[D]. 南京: 南京农业大学, 2016.
- [6] 陈小姝, 吕永超, 曲明静, 等. 吉林四平地区花生田地上昆虫种类、多样性及年际发生动态分析[J]. 东北农业科学, 2020, 45(4): 63-70.
- [7] 曾庆朝, 石程仁, 秦胜楠, 等. 青岛花生田昆虫群落多样性及主要害虫与天敌发生动态分析[J]. 中国油料作物学报, 2020, 42(3): 493-498.
- [8] 曲春娟, 曾庆朝, 张帅, 等. 辽西地区花生田昆虫种级群落组成及益害比分析[J]. 花生学报, 2019, 48(3): 42-50.
- [9] 罗明杰. 佳多新型虫情测报灯的应用与推广[J]. 河南农业, 2019(28): 24.
- [10] 李佳, 高宇, 崔娟, 等. 大豆田昆虫对不同颜色趋向选择的差异性分析[J]. 大豆科学, 2015, 34(2): 289-292.
- [11] 李喜旺, 辛肇军, 孙晓玲. 利用黄板监测不同茶树品种(品系)上黑刺粉虱成虫的种群消长及日节律变化[J]. 茶叶学报, 2015, 56(1): 51-55.
- [12] 国家统计局. 中国统计年鉴[EB/OL]. (2018-12-08)[2021-03-14]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2018/indexch.htm>.
- [13] 韩运发. 中国经济昆虫志. 第五十五册, 缨翅目[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 252-268.
- [14] 许再福. 普通昆虫学[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 343-345.
- [15] 郑乐怡. 昆虫分类[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1999.
- [16] 高燕, 齐国君, 钟锋, 等. 西花蓟马分类鉴定方法的研究进展[J]. 环境昆虫学报, 2011, 33(3): 405-408.
- [17] 郑建武, 张晓晨, 冯纪年. 中国花蓟马属一新种记述(缨翅目: 蓟马科)[J]. 昆虫分类学报, 2009, 31(3): 172-175.
- [18] 秦胜楠, 管晓志, 鞠倩, 等. 山东莱西花生产区昆虫群落基本结构及多样性研究[J]. 应用昆虫学报, 2018, 55(2): 294-303.
- [19] 曾庆朝. 吉林、辽宁、山东花生田昆虫种类、群落特征与优势种的发生动态分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2018.
- [20] 宋海燕, 李丽莉, 王凤月, 等. 不同颜色粘虫板对棉田绿盲蝽、中黑盲蝽和赤须盲蝽的诱集效果[J]. 植物保护学报, 2016, 43(5): 713-721.
- [21] 齐艳梅. 主要储粮害虫趋色性及其粘虫色板应用技术研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2015.
- [22] 郭祖国, 王梦馨, 崔林, 等. 昆虫趋色性及诱虫色板的研究和应用进展[J]. 应用生态学报, 2019, 30(10): 3615-3626.
- [23] 闫凯莉, 唐良德, 吴建辉. 普通大蓟马对不同颜色的趋性及日节律调查[J]. 应用昆虫学报, 2017, 54(4): 639-645.
- [24] 胡小敏, 王云虎, 林星华, 等. 蚜虫对不同色卡敏感性及对不同波长黄色粘虫板趋性[J]. 西北农业学报, 2011, 20(9): 190-193.
- [25] 张志林, 付应林, 杨婷, 等. 色板对棉田大青叶蝉田间诱集效果的研究[J]. 福建农业学报, 2017, 32(4): 415-418.
- [26] MUVEA A M, WAIGANJO M M, KUTIMA H L, et al. Attraction of pest thrips (Thysanoptera: Thripidae) infesting French beans to coloured sticky traps with Lurem-TR and its utility for monitoring thrips populations [J]. International Journal of Tropical Insect Science, 2014, 34: 197-206.
- [27] 杜浩, 高旭辉, 刘坤, 等. 不同颜色色板对梨园昆虫的诱集效应[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 188-192.
- [28] 高宇, 史树森, 崔娟, 等. 三种颜色色板对大豆田蓟马的诱集效果[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(6): 838-842.
- [29] 顾伟, 马玲, 丁新华, 等. 扎龙湿地不同生境的昆虫多样性[J]. 应用生态学报, 2011, 22(9): 2405-2412.
- [30] 张晓明, 李强, 陈国华, 等. 不同种植模式花椒园昆虫群落的结构及稳定性[J]. 应用生态学报, 2009, 20(8): 1986-1991.
- [31] 康树立, 刘芊, 金焱, 等. 锦州地区花生害虫发生动态研究[J]. 农业科学通讯, 2019(5): 136-137.
- [32] 余爽, 何平, 刘志田, 等. 四川攀西地区芒果蓟马发生动态分析[J]. 中国热带农业, 2020(1): 35-37.
- (责任编辑: 田 喆)