

冶福春,马文林,杨晓龙. 不同除草剂及其组合对燕麦田杂草防效、燕麦生理与产量的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(13):108-112.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.13.021

# 不同除草剂及其组合对燕麦田杂草防效、 燕麦生理与产量的影响

冶福春, 马文林, 杨晓龙

(青海农牧科技职业学院, 青海西宁 812100)

**摘要:**燕麦田杂草危害日趋突出,严重威胁燕麦的高效生产,目前主要依赖于化学除草等防治手段。为筛选适宜燕麦生产上使用的安全、绿色、高效除草剂组分,选用 20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂与 7.5% 啶磺草胺水分散粒剂、96% 精异丙甲草胺乳油与 10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂的单剂及组合,施用于燕麦田间,探讨其对燕麦田间杂草的防除效果及对燕麦生理与产量的影响。研究结果显示,不同除草剂及组合对燕麦杂草的防除效果显著,组合防效高于单剂,其中 20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂与 7.5% 啶磺草胺水分散粒剂组合防除效果高于 96% 精异丙甲草胺乳油与 10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂组合。生长指标及产量统计结果表明,96% 精异丙甲草胺乳油与 10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂组合对燕麦具有一定的药害。综合安全性及对燕麦产量的影响,筛选出 20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂与 7.5% 啶磺草胺水分散粒剂组合对杂草的防除效果最好。此外生理指标结果显示,施用除草剂能够引起燕麦叶片生理特性的变化,导致 POD 活性及 MDA 含量增加,因此在除草剂施用过程中注意用量,以免引起药害,进而影响燕麦产量。

**关键词:**燕麦;除草剂;杂草防效;生理特性;产量

**中图分类号:**S451.22<sup>+</sup>1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2021)13-0108-05

燕麦(*Avena sativa*)是燕麦属(*Avena*)一年生草本植物,在全球均有分布<sup>[1-2]</sup>。近年来,燕麦在我国乃至全球的种植面积正在逐渐扩大,因其富含蛋白质、维生素、抗氧化物等多种营养成分,具有调节血脂、降低胆固醇等保健功能,被认为具有独特的营养与医疗价值等<sup>[3]</sup>。再者,燕麦是农牧区冬春补饲与抗灾保畜的优良饲草料,其叶片和秸秆柔嫩多汁、适口性好,在畜牧业发展中具有举足轻重的地位<sup>[4]</sup>。随着燕麦种植面积的逐年增加,燕麦田间杂草问题日益突出,严重影响燕麦的正常生产<sup>[5]</sup>。目

前生产上主要依赖化学防治手段,但是因单一使用化学除草剂,导致燕麦田杂草种群多样性快速演替,对化学除草剂的抗性增强,防除效果显著降低,化学除草剂使用量逐年增加,严重威胁燕麦安全生产与土壤环境<sup>[6-8]</sup>。苟志强等研究表明,除草剂组合施用具有提高杂草防除率、增强防治谱、降低化学农药的使用量等优点<sup>[6,9]</sup>。苟志强等研究表明,施用 47% 氯吡·丙·异可湿性粉剂可以大大拓展除草剂的杀草谱,不仅可有效防除稻茬麦田中牛繁缕、日本看麦娘、硬草等恶性杂草,还可有效抑制早熟禾等禾本科杂草<sup>[6,10]</sup>。高海峰等研究发现,乙羧氟草醚乳油与苯磺隆可湿性粉剂混配小麦田播娘蒿的防效可达到 100%<sup>[11]</sup>。对于混配除草剂

收稿日期:2020-11-05

作者简介:冶福春(1985—),男,青海海东人,硕士,讲师,主要从事作物栽培学研究。E-mail:yefuchun618@163.com。

保护,2013,39(2):5-12.

[4] Xia L Q, Ma Y, He Y, et al. GM development in China: current status and challenges to commercialization [J]. Journal of Experimental Botany, 2012, 63(5): 516-523.

[5] 梁彦, 张帅, 邵振润, 等. 棉蚜抗药性及其化学防治[J]. 植物保护, 2013, 39(5): 70-80.

[6] 遇璐, 孙俊, 谭利, 等. 58% 吡虫啉·高效氯氟氰菊酯悬浮剂的制备[J]. 农药, 2014, 53(12): 878-880.

[7] 周锋, 张小磊, 胡承勇, 等. 戊唑醇和菌核净复配对油菜菌核病的田间防效及抗性风险研究[J]. 农药科学与管理, 2014, 35

(1): 58-62.

[8] 姚贝贝, 陈剑锋, 许传明, 等. 22% 阿立卡微囊悬浮-悬浮剂防治茶假眼小绿叶蝉田间药效试验[J]. 现代农业科技, 2019(1): 103-104.

[9] 孔建, 张少平, 张明, 等. 淋洗类化妆品对家兔眼和皮肤刺激性检测[J]. 环境卫生学杂志, 2015, 5(2): 20-23.

[10] 陈麒丞, 孙陈铖, 沈亚明, 等. 正交试验优化高效氯氟氰菊酯微胶囊的制备工艺[J]. 农药, 2018, 57(4): 269-272.

[11] 王丹, 范文娟, 张小祥, 等. 高浓度高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂的制备[J]. 现代农药, 2019, 18(3): 24-27.

对燕麦田杂草的防治,近期有少量研究报道,苟志强等研究表明,57% 2,4-D 丁酯与 10% 乙羧氟草醚混配对燕麦田杂草的防效最好,同时对燕麦的增产效果及安全性最佳<sup>[6]</sup>。

本研究于 2019 年通过对几种除草剂进行混配,研究其对燕麦田杂草的防除效果。旨在筛选获得适合青海地区燕麦生产上能高效防除杂草的药剂及方法。此外本研究还探讨了除草剂对燕麦生理特性的影响,研究除草剂对燕麦相关酶活性的影响,为高效、安全燕麦除草剂组合筛选及施用提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 供试药剂及用法用量

本试验中涉及的除草剂主要有 20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂、7.5% 啶磺草胺水分散粒剂[科迪华(Corteva)农业科技(上海)有限公司];96% 精异丙甲草胺乳油[先正达(Syngenta)公司];10% 苄嘧

磺隆可湿性粉剂(江苏快达农化股份有限公司)。具体用法用量见表 1。

1.2 试验地概况及品种

试验地设置于青海省西宁市湟源县燕麦种植区(101°25 643'E,36°68 243'N),海拔高度 2 753 m,土壤为壤土。试验时间:2019 年 4 月下旬至 10 月。试验所选植物为燕麦巴燕 4 号,该品种为早熟品种,由青海畜牧兽医科学院草原研究所创制,适合于在当地海拔较高地区种植,生产特性表现较佳。

1.3 试验方法

本次试验共设计 7 个处理(表 1),每个处理 4 次重复,每个小区设计面积 20 m<sup>2</sup>(4 m×5 m)。每个小区随机区组排列,相邻小区之间设立宽度 1 m 走道作为间隔行。各处理组施用药剂剂量均参考除草剂推荐使用剂量(表 1)。除草剂设计用量按照 450 kg/hm<sup>2</sup> 兑水进行均匀喷雾,施药时使用背负式喷雾器进行均匀喷雾,对照组喷施清水。其他田间农事操作管理保持一致。

表 1 供试除草剂种类及用法用量

处理编号	除草剂名称	施药剂量	施药方法
T1	20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂	90 g/hm <sup>2</sup>	播后茎叶处理
T2	7.5% 啶磺草胺水分散粒剂	165 g/hm <sup>2</sup>	播后茎叶处理
T3	96% 精异丙甲草胺乳油	900 mL/hm <sup>2</sup>	播后苗前处理
T4	10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂	340 g/hm <sup>2</sup>	播后苗前处理
T5	20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂 + 7.5% 啶磺草胺水分散粒剂	90 g/hm <sup>2</sup> + 165 g/hm <sup>2</sup>	播后茎叶处理
T6	96% 精异丙甲草胺乳油 + 10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂	900 mL/hm <sup>2</sup> + 340 g/hm <sup>2</sup>	播后苗前处理
对照组	清水处理	—	—

注:—表示不对对照组燕麦做任何处理。

1.4 田间杂草种类和防效调查

采用五点取样方法调查各小区田间杂草种类危害情况,每个点按照 1 m×1 m 面积设定。按照上海农业科学院制定的分级标准调查除草剂对燕麦是否具有药害(表 2)。在各处理除草剂施用 15 d 和 30 d 后,分别调查和统计各处理不同小区内杂草的种类和数量,并称量所有杂草的鲜质量,计算各处理组除草剂的株防效和鲜质量防效,具体的计算公式如下:

株防效 = (对照组株数 - 处理组株数)/对照组株数 × 100%;

鲜质量防效 = (对照组杂草鲜质量 - 处理组杂草鲜质量)/对照组杂草鲜质量 × 100%。

1.5 燕麦生理特性影响评估

为探究参试的除草剂对燕麦生理特性的影响,分别于除草剂施用 10、20、30 d 时,收集燕麦叶片,

表 2 药害分级标准

药害级别	药害程度特征
0	生长正常与空白对照株无异
1	20% 以内叶尖灼伤,或叶片出现斑点
2	20% ~ 50% 植株叶片发生药害斑点
3	50% ~ 70% 植株叶片发生药害斑点或 10% 植物枯萎
4	70% ~ 90% 植株叶片发生枯萎或有 20% 植株死亡

进行燕麦 MDA 含量及 POD 酶活性测定(南京建成生物科技有限公司),具体操作见试剂盒说明书<sup>[12]</sup>。每个处理重复 4 次。

1.6 燕麦生物量及产量测定

为探讨施用除草剂对燕麦生物量及产量的影响,本研究于燕麦灌浆期,通过随机五点取样,对各处理组燕麦的茎高、有效分蘖数、穗长、千粒质量进行测定,收货时以小区为单位对籽粒产量进行统计分析,每个处理组重复 4 次。

1.7 数据分析

试验数据利用 Excel 2016 进行数据录入,采用 IBM SPSS Statistics 20.0 统计软件进行方差分析,采用 Duncan’s 新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 燕麦田杂草种类及危害调查

经调查发现,试验地区燕麦田间杂草主要有

藜、苦苣菜、卷茎蓼、打碗花、节裂角茴香、猪殃殃、小蓟、芥菜、反枝苋等一年生或多年生阔叶类杂草和狗尾草、稗草等一年生禾本科杂草(表 3)。所有杂草密度达 243 株/m<sup>2</sup>,其中藜科类杂草含量最高,占比达 29.63%。此外禾本科杂草狗尾草和稗草比例达 30.45%。另外,缠绕性杂草猪殃殃和卷茎蓼占比达 12.34%,后期给燕麦的采收带来一定的困难。

表 3 燕麦田杂草调查

杂草种类	拉丁学名	杂草类型	杂草密度 (株/m <sup>2</sup> )	比例 (%)
藜	<i>Chenopodium album</i> L.	阔叶类杂草	72	29.63
苦苣菜	<i>Lxeris polycephala</i>	阔叶类杂草	23	9.47
卷茎蓼	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	阔叶类杂草	22	9.05
苦苣菜	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	阔叶类杂草	3	1.23
打碗花	<i>Calystegia hederacea</i> Wall. Ex Roxb	阔叶类杂草	11	4.53
节裂角茴香	<i>Hypocoum leptocarpum</i>	阔叶类杂草	8	3.29
狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	禾本科类杂草	32	13.17
猪殃殃	<i>Galium aparine</i> L.	阔叶类杂草	8	3.29
小蓟	<i>Cephalanoplos segetum</i> Bge. Kitam.	阔叶类杂草	5	2.06
芥菜	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	阔叶类杂草	5	2.06
反枝苋	<i>Amaranthus retroflexus</i>	阔叶类杂草	12	4.94
稗草	<i>Echinochloa crusgalli</i>	禾本科类杂草	42	17.28
总密度			243	—

2.2 不同处理组对燕麦杂草的防除效果

在各处理除草剂施用 15、30 d 后,对各处理组除草剂对燕麦田杂草的防除效果进行调查、统计。结果如表 4 所示,不同除草剂对杂草的防除效果差异性显著。其中 20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂对猪殃殃、芥菜等阔叶杂草致死效果迅速,防除效果显著,但对禾本科杂草的抑制效果不太理想。7.5% 啶磺草胺水分散粒剂、96% 精异丙甲草胺乳油及 10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂对阔叶类杂草和禾本科杂草的防除效果显著。另外,结果显示,20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂和 7.5% 啶磺草胺水分散粒剂组合(T5)以及 96% 精异丙甲草胺乳油与 10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂组合(T6)对杂草的防除效果都明显优于单剂。如表 4 所示,施用 15 d 后,T5 处理的株防效达 81.25%,T6 处理的株防效为 78.21%,处理 30 d 后,株防效分别高达 86.36% 和 83.54%,鲜质量防效达 92.51% 和 86.21%。以上结果表明,20% 双氟·氟氯酯水分散粒剂和 7.5% 啶磺草胺水分散粒剂组合(T5)以及 96% 精异丙甲草胺乳油与 10%

苄嘧磺隆可湿性粉剂组合都能较好地应用于燕麦田的杂草防除。

表 4 燕麦田不同除草剂的杂草防除效果

处理组	用药后 15 d 株 防效(%)	用药后 30 d	
		株防效(%)	鲜质量防效(%)
T1	63.21 ± 3.24c	70.14 ± 3.87c	71.05 ± 4.35d
T2	40.12 ± 2.51d	73.25 ± 6.21bc	82.56 ± 3.58bc
T3	73.25 ± 2.34b	80.21 ± 3.12ab	84.25 ± 4.21bc
T4	68.91 ± 3.68bc	74.51 ± 2.29bc	76.21 ± 2.14c
T5	81.25 ± 2.31a	86.36 ± 3.56a	92.51 ± 2.08a
T6	78.21 ± 2.21ab	83.54 ± 4.16ab	86.21 ± 3.21b

注:数据后不同小写字母表示在 P<0.05 水平上差异显著。表 5 同。

2.3 不同处理组除草剂对燕麦生长及产量的影响

为探究各处理组除草剂对燕麦生长及产量的影响,在燕麦灌浆期,对各处理组燕麦的茎高、有效分蘖数、穗长、千粒质量进行检测。结果如表 5 所示,不同处理对燕麦生长的影响不一,其中 96% 精异丙甲草胺乳油(T3)、96% 精异丙甲草胺乳油与

10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂组合(T6)处理对燕麦的株高具有一定的抑制作用,其他几种除草剂对燕麦的株高影响较低,有些甚至具有一定的促进作用。有效分蘖数和穗长统计结果显示,10% 苄嘧磺隆可湿性粉剂(T4)处理对分蘖数具有一定的促进作用。此外 96%

精异丙甲草胺乳油(T3)处理对燕麦的千粒质量和籽粒产量具有一定的影响,对产量具有显著抑制作用。综合以上结果表明,20% 双氟· 氟氯酯水分散粒剂和 7.5% 啶磺草胺水分散粒剂组合(T5)对燕麦生长的影响最小,对产量具有一定的促进作用。

表 5 不同除草剂处理对燕麦生长性状及籽粒产量的影响

处理组	株高 (cm)	有效分蘖数 (个)	穗长 (cm)	千粒质量 (g)	籽粒产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
T1	90.42bc	2.71b	18.75bc	32.08bc	2 153.15cd
T2	90.12bc	2.68bc	18.89b	31.53c	2 142.80cd
T3	84.23d	2.46d	17.91c	30.21e	1 844.60e
T4	91.32b	2.67bc	15.67d	32.25a	2 144.75cd
T5	96.13a	2.82a	19.6a	32.51a	2 310.65a
T6	86.24d	2.78ab	18.9b	32.18b	2 269.10b
对照组	88.21e	2.55c	18.36bc	31.03d	2 027.15d

## 2.4 不同处理组除草剂对燕麦生理特性的影响

为评估筛选出的除草剂组合的安全性,本研究对各处理组燕麦叶片 MDA 含量及 POD 活性进行测定。MDA 含量变化是植物受胁迫损伤程度与时间长短的间接反映。如图 1 所示,与对照组相比,不同处理组除草剂对 MDA 含量具有显著的影响( $P < 0.05$ ),随着生育期的延长,MDA 含量持续增加,整体 30 d 时达到最高值。以上结果显示,除草剂的施用对燕麦细胞均有一定的胁迫作用。另外,处理 T3、T4、T6 除草剂对燕麦叶片 MDA 含量的影响要大于 T1、T2 和 T5 处理组,以上结果表明,T3、T4、T6 处理组除草剂对燕麦细胞膜胁迫作用更大。

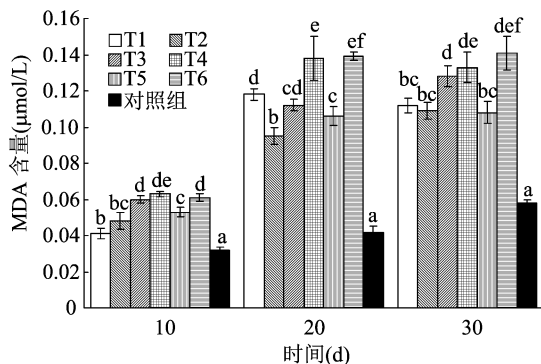


图1 不同处理组除草剂燕麦 MDA 含量

燕麦 POD 活性变化反映了燕麦清除活性氧能力、抗氧化能力的变化。如图 2 所示,各处理组 POD 活性随着生育期的变化呈现波动变化。对照组 POD 活性随着生育期变化先增加后降低。施用除草剂后,处理组 POD 活性显著增高,与对照组具有显著性差异(图 2)。另外,处理 20、30 d 时,T3、T4、

T6 处理组燕麦叶片 POD 活性显著高于 T1、T2 和 T5 处理组,说明 T3、T4、T6 处理组对叶片的胁迫效应更大。

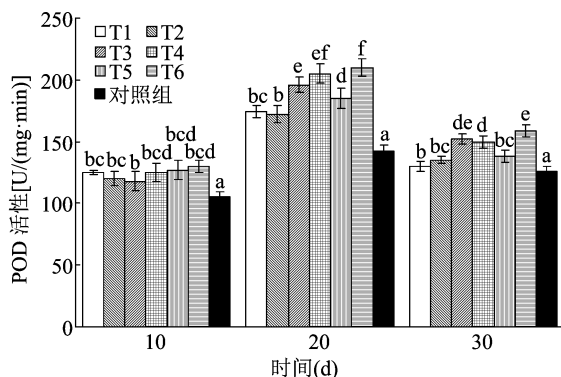


图2 不同处理组除草剂燕麦叶片的 POD 活性

## 3 结论与讨论

杂草是影响燕麦高产、稳产的关键限制因素之一,据统计因杂草问题导致燕麦减产轻则达 20% 以上,重则达 70% ~ 80%,造成的经济损失达 20 余亿元<sup>[13-14]</sup>。因此,合理、高效地防除燕麦田杂草是燕麦稳产、增产的保证。喷施简单、用量低及效果直接的化学除草剂已经深受当今广大农民的青睐。本研究筛选获得的 4 种除草剂对燕麦田杂草的防除效果处理后 30 d 时均在 70% 以上,尤其是 96% 精异丙甲草胺乳油,效果高达 80%。能为青海地区燕麦田杂草的防除提供指导。

前期研究表明,茎叶处理的除草剂在施药后往往会产生一些较为明显的药害症状,因为上述原因,制约相关产品在燕麦上的推广应用<sup>[15]</sup>。本试验

发现,精异丙甲草胺乳油、苄嘧磺隆可湿性粉剂对燕麦也存在一定的药害,前期施用有叶片表现出一定的药害症状,生长受到一定的影响,但是后期会逐渐恢复。原因可能是一方面燕麦生育后期对除草剂的耐受性增强,另一方面可能是燕麦不同生育期对除草剂的降解、适应性存在差异。

本研究结果显示,不同除草剂对燕麦田杂草的防治谱存在一定的差异,其中双氟·氟氯酯水分散粒剂、苄嘧磺隆可湿性粉剂对阔叶类杂草防除效果显著;啶磺草胺水分散粒剂、精异丙甲草胺乳油对禾本科杂草的防除效果明显。前期研究表明,不同类型的除草剂混用、交替使用是缓解杂草抗药性与减少除草剂施用量的有效措施之一<sup>[13,16-20]</sup>。本研究通过燕麦田间杂草防除试验发现,双氟·氟氯酯水分散粒剂与啶磺草胺水分散粒剂,苄嘧磺隆可湿性粉剂与精异丙甲草胺乳油混合施用对燕麦杂草防除效果显著高于单剂,30 d 时鲜质量防效分别高达 92.51% 和 86.21%,并且防治谱也优于单剂。上述结果可为缓解燕麦田除草剂的抗药性产生提供有效的备选方案。

除草剂在防除杂草的同时,往往会引起不同程度的药害。检测其生理指标发现,会导致 MDA 含量、POD 活性的变化,以此来响应除草剂对作物的影响,因此作物 MDA 含量、POD 活性的变化可以作为衡量除草剂安全性的重要指标<sup>[12]</sup>。本研究结果显示,苄嘧磺隆可湿性粉剂与精异丙甲草胺乳油混合对燕麦 MDA 含量、POD 活性的影响较大,而双氟·氟氯酯水分散粒剂与啶磺草胺水分散粒剂组合影响较小(图 1、图 2)。以上结果表明,苄嘧磺隆可湿性粉剂与精异丙甲草胺乳油对燕麦的生理影响较大,易产生药害,安全性较低。较苄嘧磺隆可湿性粉剂与精异丙甲草胺乳油组合相比,双氟·氟氯酯水分散粒剂与啶磺草胺水分散粒剂组合安全性较高,可有效用于燕麦田杂草的防除,具有较大的应用潜力。

#### 参考文献:

[1]梁国玲,张永超,贾志锋,等. 高寒区不同燕麦品种(系)表型性

- 状和茎秆力学特征与抗倒伏性的关系研究[J]. 草业学报, 2019,28(4):58-69.
- [2]He S Q, Zq J, Ding W J, et al. Identification and biological characteristics of pathogen of oat brown leaf spot in Tibetan[J]. Grassland and Lawn,2011,31(5):30-33.
- [3]章海燕,张 晖,王 立,等. 燕麦研究进展[J]. 粮食与油脂, 2009(8):7-9.
- [4]马 从. 甘肃省燕麦真菌病害研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2011.
- [5]冷廷瑞,毕洪涛,李 广,等. 不同除草剂组合对燕麦田草害防控效果比较[J]. 辽宁农业科学,2018(6):9-13.
- [6]苟志强,赵桂琴,刘 欢,等. 混配除草剂对燕麦田杂草的防效及燕麦产量的影响[J]. 草业科学,2019,36(1):101-110.
- [7]叶 萱. 全球抗性杂草的现状[J]. 世界农药,2015,37(2):11-18.
- [8]石晓旭,陈 亦,黄 嵘. 我国化学除草剂使用现状及对策[J]. 现代农业科技,2016,45(19):133-134.
- [9]姚湘江,许良忠. 除草剂混配联合作用的评估[J]. 植物保护, 1995,12(5):38-40.
- [10]张伟星. 稻茬麦田除草剂 47% 氯吡·丙·异可湿性粉剂的研发与应用技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2015.
- [11]高海峰,白微微,高永红,等. 几种除草剂对冬麦田杂草的防除效果[J]. 杂草科学,2014,32(4):53-57.
- [12]王盼忠,徐惠云,王 婧. 不同除草剂对燕麦杂草防除效果及燕麦生理特性的影响[J]. 农业科技通讯(试验研究),2019(12):189-191.
- [13]谷 涛,李永丰,张自常,等. 稻麦轮作区日本看麦娘抗药性水平测定及高效除草剂筛选[J]. 江苏农业科学,2017,45(18):94-97.
- [14]王正贵,于倩倩,周立云,等. 几种除草剂对小麦籽粒产量及生理特性的影响[J]. 核农学报,2011,25(4):791-795.
- [15]严大禹,谢亚琼,倪汉文. 几种除草剂在东北裸燕麦田的应用效果[J]. 农药,2014,53(6):456-459.
- [16]娄天成,徐 蓬,孙钰晨,等. 丙噻嘧磺隆与氟氯草酯桶混一次防控水直播稻田杂草效果与安全性[J]. 杂草学报,2020,38(2):68-74.
- [17]张朝贤,倪汉文,魏守辉,等. 杂草抗药性研究进展[J]. 中国农业科学,2009,42(4):1274-1289.
- [18]王红春,徐 蓬,孙钰晨,等. 江苏省稻田杂草的发生现状与防控建议[J]. 杂草学报,2019,37(4):1-5.
- [19]Beckie H J, Reboud X. Selecting for weed resistance; herbicide rotation and mixture[J]. Weed Technology,2009,23(3):363-370.
- [20]张伟星,刘 清,徐建伟,等. 噻草酮与五氟磺草胺或双草醚混用对水稻机插秧田杂草的防效及水稻的安全性[J]. 杂草学报,2016,34(3):39-44.