不同除草剂对 11 种冬小麦田阔叶杂草的防除效果比较

孙兰兰， 杨慕菡， 苏旺苍， 徐洪乐， 薛 飞， 鲁传涛*， 吴仁海*

（河南省农业科学院植物保护研究所，河南省农作物病虫害防治重点实验室，郑州 450002）

摘要 小麦田除草剂的长期使用，造成麦田杂草群落发生变化。为建立不同区域优势杂草种类的化学防除技术，本研究采用室内盆栽法测定了 14 种除草剂对 11 种冬小麦田阔叶杂草的防除效果。结果表明，灭草松可以较好地防除冬小麦田野老鹳草、牛繁缕、大巢菜、紫堇、小藜、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、猪殃殃、麦家公等阔叶杂草；吡草醚对野老鹳草、牛繁缕、小藜、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、猪殃殃、麦家公、荠菜等 8 种杂草防效突出。辛酰溴苯腈可很好地防除牛繁缕、大巢菜、小藜、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、麦家公等 6 种阔叶杂草；唑草酮对野老鹳草、牛繁缕、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、猪殃殃等 5 种杂草防效突出。这 4 种除草剂及其适用浓度与其他供试药剂相比杀草谱更为广泛，对阔叶杂草防效较好。根据不同区域优势杂草种类，合理选用高效除草剂进行防除。

关键词 小麦田； 阔叶杂草； 除草剂； 防效

中图分类号： S451.221 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2021176

Comparison of the control effects of different herbicides on 11 broadleaf weeds in winter wheat fields

SUN Lanlan， YANG Muhan， SU Wangcang， XU Hongle， XUE Fei， LU Chuantao*， WU Renhai*

（*Henan Key Laboratory of Crop Pest Control*, *Institute of Plant Protection*, *Henan Academy of Agricultural Sciences*, *Zhengzhou* 450002, *China*）

Abstract The weed community of wheat-field were diversifying in recent years as a result of long-time use of chemical herbicides. In order to screen effective herbicides for the chemical control of broadleaf weeds in winter wheat field, greenhouse experiments were conducted with 14 herbicides. The results revealed that bentazone was effective in controlling *Geranium carolinianum*, *Myosoton aquaticum*, *Vicia sinogigantea*, *Corydalis edulis*, *Chenopodium ficifolium*, *Veronica persica*, *Descurainia sophia*, *Galium spurium* and *Lithospermum arvense*. Pyraflufen-ethyl was effective in controlling eight broadleaf weeds, namely *G. carolinianum*, *M. aquaticum*, *C. ficifolium*, *V. persica*, *D. sophia*, *G. spurium*, *L. arvense* and *C. bursa-pastori*. Bromoxynil octanoate was effective in controlling six broadleaf weeds, namely *M. aquaticum*, *V. sinogigantea*, *C. ficifolium*, *V. persica*, *D. sophia* and *L. arvense*. Carfentrazone-ethyl was effective in controlling five broadleaf weeds, namely *G. carolinianum*, *M. aquaticum*, *V. persica*, *D. sophia* and *G. spurium*. Compared with other tested herbicides, these four herbicides have a wider herbicidal spectrum at applicable concentrations and better control effects on broadleaf weeds. According to the dominant weed species in different regions, high-efficiency herbicides were reasonably selected for weed control.

Key words wheat field； broadleaf weeds； herbicides； control effect

小麦是我国三大粮食作物之一，而河南省是我国最大的小麦生产区，2019 年小麦种植面积达 570.6 万 hm^2，总产量达 3 742 万 t，占全国小麦产量的 28%[1]。麦田杂草是造成小麦产量损失的重要因素之一，我国麦田杂草种类有 200 多种，草害面积约占小麦种植面积的 30%以上，损失约占小麦

收稿日期： 2021-03-23 **修订日期**： 2021-05-24
基金项目： 国家自然科学基金联合基金(U1804105)；河南省农业科学院科技创新团队专项(2022TD08)
* 通信作者 E-mail：鲁传涛 luchuantao@yeah.net；吴仁海 renhai.wu@163.com

总产的15%，达100亿kg[2]。河南省小麦田主要杂草有17种，其中禾本科杂草4种，阔叶杂草13种，阔叶杂草猪殃殃 *Galium spurium*、荠菜 *Capsella bursa-pastoris*、牛繁缕 *Myosoton aquaticum*、播娘蒿 *Descurainia sophia*、泽漆 *Euphorbia helioscopia*、婆婆纳 *Veronica polita*、野老鹳草 *Geranium carolinianum*、大巢菜（大野豌豆）*Vicia sinogigantea* 在河南省发生较为普遍，成为小麦田恶性阔叶杂草[3-5]。河南省由于不同区域气候、海拔以及种植习惯的差别，冬小麦田杂草种类、数量和分布等也存在很大差别。另外由于用药历史不同，杂草对除草剂的抗性存在差异，除草剂防效也会呈现地域化的差异[6]。如何选择适宜的除草剂，对小麦生产尤为重要。

登记防治麦田阔叶杂草的除草剂有氯氟吡氧乙酸异辛酯、唑草酮、2，4-滴异辛酯、双氟磺草胺、双唑草酮、麦草畏等30余种，苯磺隆和双氟磺草胺是小麦田应用最广的防除阔叶杂草的除草剂，随着用药时间的延长，效果逐渐下降，用药量逐渐加大，杂草抗药性逐年加重。已有报道小麦田播娘蒿 *Descurainia sophia*[7-8]、荠菜[9-10]、猪殃殃 *Galium spurium*[11-12]、麦家公（田紫草）*Lithospermum arvense*[13-14]、牛繁缕（鹅肠菜）*Myosoton aquaticum*[15]等阔叶杂草对苯磺隆产生抗性。播娘蒿[16]、猪殃殃[17]对双氟磺草胺也产生了抗性。有关除草剂防除小麦田阔叶杂草的研究较多。路兴涛等[18]的研究表明，播娘蒿、荠菜、猪殃殃3种杂草对同种除草剂的敏感性存在差异，唑草酮处理后30 d对播娘蒿和荠菜的鲜重防效均在94%以上，氯氟吡氧乙酸异辛酯和双氟磺草胺处理后30 d对猪殃殃的鲜重防效在97%以上，而二氯吡啶酸对播娘蒿、荠菜、猪殃殃的防效均较差。朱文达等[19]研究认为氯氟吡氧乙酸异辛酯处理后60 d对牛繁缕、猪殃殃、大巢菜的鲜重防效均在98%以上。国内报道大多为20世纪90年代已普遍应用的苯磺隆、唑草酮等除草剂的防除效果研究，并且研究的除草剂种类和杂草种类比较单一，缺乏系统的筛选。由于现代农业中免耕技术的推广和单一除草剂的连续使用，造成麦田杂草群落发生了明显的变化，所以针对不同区域的优势杂草种类，筛选适当的除草剂是非常必要的。

猪殃殃、播娘蒿、麦家公、牛繁缕、大巢菜、阿拉伯婆婆纳 *Veronica persica*、野老鹳草、小藜 *Chenopodium ficifolium*、萹蓄 *Polygonum aviculare*、紫堇 *Corydalis edulis* 是河南省不同区域冬小麦田常见的阔叶杂草，本研究选择唑草酮、吡草醚、啶磺草胺、氯吡嘧磺隆等14种除草剂开展室内筛选试验，以期筛选出对每种麦田阔叶杂草防效较好的药剂，为河南省冬小麦田阔叶杂草的防除及合理轮换使用除草剂提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试杂草

供试杂草均是2018年在河南省境内的小麦田采集自然成熟的种子，播娘蒿采自驻马店市平舆县老王岗乡孙坡村；猪殃殃、麦家公采自商丘市民权县伯党乡刘林村；牛繁缕采自驻马店市驿城区八里刘村；大巢菜、野老鹳草采自驻马店市确山县申河村；阿拉伯婆婆纳采自驻马店市正阳县王楼村；萹蓄、小藜采自新乡市原阳县平原新区；紫堇采自南阳市镇平县；荠菜采自项城市郑郭乡米庄村。

1.1.2 供试药剂及仪器设备

药剂：56% 2甲4氯钠可溶粉剂（SP），河南远见农业科技有限公司；200 g/L氯氟吡氧乙酸异辛酯乳油（EC），吉林金秋农药有限公司；10%唑草酮可湿性粉剂（WP）、50 g/L双氟磺草胺悬浮剂（SC），河南锦绣之星作物保护有限公司；2%吡草醚悬浮剂（SC），山东先达农化股份有限公司；10%苯磺隆可湿性粉剂（WP），南京保丰农药有限公司；75%氯吡嘧磺隆水分散粒剂（WG）、480 g/L灭草松水剂（AS），安徽丰乐农化有限责任公司；30%辛酰溴苯腈乳油（EC），江苏辉丰生物农业股份有限公司；7.5%啶磺草胺水分散粒剂（WG），科迪华农业科技有限责任公司；50%异丙隆可湿性粉剂（WP），江苏富田农化有限公司；480 g/L麦草畏水剂（AS），侨昌现代农业有限公司；10%苄嘧磺隆可湿性粉剂（WP），陕西上格之路生物科学有限公司；70%氟唑磺隆水分散粒剂（WG），爱利思达生物化学品北美有限公司。

仪器设备：3WP-2000型行走式生测喷雾塔，农业农村部南京农业机械化研究所生产，主轴转动速度96 mm/r，喷雾高度300 mm，喷头有效喷幅350 mm，喷头流量390 mL/min，行走距离1 340 mm，喷液压

力 0.3 MPa,药液体积 30 mL。

1.2 试验方法

杂草种植采用温室盆栽法。在直径为 9 cm 的塑料盆中装入营养土,每盆播种催芽至露白的杂草种子 8～10 粒,表层覆土 0.5 cm,置于温室中培养(白天 20℃/夜晚 15℃),并保持土壤湿润。待杂草长至 2～3 叶期,牛繁缕、小藜、紫堇每盆定苗至 3 株,阿拉伯婆婆纳、播娘蒿每盆定苗至 4 株,麦家公、猪殃殃、荠菜每盆定苗至 5 株,野老鹳草、繁蒿、大巢菜每盆定苗至 6 株,定苗后 3 d 进行茎叶喷雾。每种杂草药剂根据前期预试验结果设置处理剂量,见表 1～4,供试药剂的处理剂量均为有效成分用药量,每处理重复 3 次,每次 3 盆,同时设置清水对照。待药剂吸收后,置于温室中生长。野老鹳草、大巢菜在施药后 21 d 剪下地上部分称鲜重,牛繁缕、阿拉伯婆婆纳、繁蒿、播娘蒿、荠菜、麦家公、小藜、猪殃殃、紫堇在施药后 14 d 剪下地上部分称鲜重,计算鲜重抑制率:

鲜重抑制率=(对照组草鲜重－处理组草鲜重)/对照组草鲜重×100%。

1.3 数据分析

使用 Microsoft Excel 2010 处理数据,采用 DPS7.05 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同除草剂对野老鹳草、牛繁缕、繁蒿的防除效果

不同除草剂对野老鹳草的鲜重抑制率如表 1 所

表 1 不同除草剂对野老鹳草、牛繁缕、繁蒿的鲜重抑制率[1)]

Table 1 Fresh weight control efficacy of different herbicides on *Geranium carolinianum*, *Myosoton aquaticum* and *Polygonum aviculare*

处理药剂 Herbicide	剂量/g·(hm²)⁻¹ Dosage	鲜重抑制率/% Fresh weight control efficacy		
		野老鹳草(21 d) *Geranium carolinianum*	牛繁缕(14 d) *Myosoton aquaticum*	繁蒿(14 d) *Polygonum aviculare*
56% 2 甲 4 氯钠 SP	450	(48.3±5.23)k	(88.6±8.29)b	(25.1±2.66)hij
MCPA-sodium 56% SP	675	(49.0±5.52)k	(91.9±4.68)ab	(34.1±3.11)gh
200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC	90	(79.6±1.09)efg	(94.9±2.61)ab	(6.3±2.60)lm
fluroxypyr-meptyl 200 g/L EC	180	(86.1±4.87)cde	(91.3±1.27)ab	(57.0±9.72)d
10%唑草酮 WP	18	(94.2±1.69)ab	(89.3±7.67)ab	(52.1±2.02)de
carfentrazone-ethyl 10% WP	36	(95.2±0.33)a	(94.3±1.72)ab	(75.8±8.01)bc
2%吡草醚 SC	18	(95.8±1.06)a	(93.1±4.67)ab	(67.8±4.99)c
pyraflufen-ethyl 2% SC	36	(95.9±0.97)a	(93.9±2.81)ab	(83.9±9.42)ab
10%苯磺隆 WP	18	(77.1±1.99)fghi	(63.7±13.42)c	(41.2±6.60)fg
tribenuron-methyl 10% WP	36	(79.2±2.62)fgh	(91.2±3.45)ab	(33.9±4.68)gh
10%苄嘧磺隆 WP	18	(78.7±2.00)fgh	(97.4±0.27)ab	—
bensulfuron-methyl 10% WP	36	(81.9±1.85)cdef	(95.7±1.66)ab	—
50 g/L 双氟磺草胺 SC	9	(73.9±2.96)ghi	(94.8±2.27)ab	(23.0±3.90)ij
florasulam 50 g/L SC	18	(81.1±2.01)def	(96.7±1.59)ab	(45.2±5.24)ef
7.5%啶磺草胺 WG	9	(71.0±2.70)4i	(97.5±0.65)ab	(17.7±2.64)jk
pyroxsulam 7.5% WG	18	(72.6±2.60)hi	(96.8±2.20)ab	(50.5±7.02)def
50%异丙隆 WP	1 125	(88.6±2.60)bc	(97.4±0.42)ab	(67.5±7.68)c
isoproturon 50% WP	1 500	(94.6±1.56)ab	(98.3±0.41)a	(93.4±2.18)a
30%辛酰溴苯腈 EC	405	(83.2±6.33)cdef	(98.3±0.57)a	(89.4±7.52)a
bromoxynil octanoate 30% EC	540	(88.2±6.68)bc	(98.7±0.37)a	(89.6±3.15)a
480 g/L 灭草松 AS	720	(96.4±0.73)a	(98.5±0.34)a	(74.6±3.82)bc
bentazone 480 g/L AS	1 080	(96.3±0.26)a	(98.1±0.15)ab	(74.4±6.80)bc
75%氯吡嘧磺隆 WG	45	(81.8±3.65)cdef	(20.1±0.72)ef	(11.0±5.67)kl
halosulfuron-methyl 75% WG	67.5	(86.9±6.00)cd	(23.9±8.95)e	—
480 g/L 麦草畏 AS	180	(45.6±5.78)k	(91.9±1.12)ab	(49.7±3.79)def
dicamba 480 g/L AS	225	(60.4±7.46)j	(88.3±7.24)b	
70%氟唑磺隆 WG	31.5	(31.6±1.29)l	(15.2±6.59)f	—
flucarbazone-Na 70% WG	54	(43.5±3.10)k	(35.0±3.94)d	—
CK	0	—	—	—

1) 同一列中不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。
Values followed by different lowercase letters in the same column are significantly different at 0.05 level by Duncan's new multiple range test. The same applies below.

示。结果表明，药后 21 d，10%唑草酮 WP、2%吡草醚 SC、50%异丙隆 WP、480 g/L 灭草松 AS 对野老鹳草的防除效果突出，鲜重防效为 88.6%～96.4%。对野老鹳草的鲜重抑制率>70%的除草剂有：200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC、10%苯磺隆 WP、10%苄嘧磺隆 WP、50 g/L 双氟磺草胺 SC、30%辛酰溴苯腈 EC、75%氯吡嘧磺隆 WG、7.5%啶磺草胺 WG，对野老鹳草的防除效果较好。

药后 14 d，对牛繁缕的防除效果突出的除草剂有 11 种，分别为 56% 2 甲 4 氯钠 SP、200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC、10%唑草酮 WP、2%吡草醚 SC、10%苄嘧磺隆 WP、50 g/L 双氟磺草胺 SC、7.5%啶磺草胺 WG、50%异丙隆 WP、30%辛酰溴苯腈 EC、480 g/L 灭草松 AS、480 g/L 麦草畏 AS，不同除草剂之间及同一除草剂不同剂量间均无显著差异，鲜重抑制率为 88.3%～98.7%。75%氯吡嘧磺隆 WG、70%氟唑磺隆 WG 对牛繁缕防治效果较差。

药后 14 d，对萹蓄的防治效果较好的除草剂分别为 50%异丙隆 WP 1 500 g/hm²、30%辛酰溴苯腈 EC、10%唑草酮 WP 36 g/hm²、2%吡草醚 SC 36 g/hm²，鲜重抑制率为 75.8%～93.4%。

2.2 不同除草剂对大巢菜、紫堇、小藜、阿拉伯婆婆纳、猪殃殃、麦家公的防除效果

不同除草剂对大巢菜的鲜重抑制率如表 2 所示，结果表明，药后 21 d，56% 2 甲 4 氯钠 SP、200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC、480 g/L 灭草松 AS、30%辛酰溴苯腈 EC 对大巢菜的防治效果突出，鲜重抑制率均在 90%以上，4 种除草剂在试验剂量下对大巢菜的鲜重抑制无显著性差异。

不同除草剂药后 14 d 对紫堇的防除效果中（表 2），只有 480 g/L 灭草松 AS 1 080 g/hm² 对紫堇的防除效果最为突出，鲜重抑制率达到 97.9%。其次是 480 g/L 灭草松 AS 540 g/hm²、2%吡草醚 SC 27 g/hm²、75%氯吡嘧磺隆 WG 45、90 g/hm²、50 g/L 双氟磺草胺 SC 18 g/hm²、30%辛酰溴苯腈 EC 270、540 g/hm² 对紫堇的防效较好，鲜重抑制率均在 70%～90%之间。

药后 14 d，2%吡草醚 SC 13.5、27 g/hm²、50%异丙隆 WP 1 125、1 500 g/hm²、480 g/L 灭草松 AS 540、1 080 g/hm²、30%辛酰溴苯腈 EC 270、540 g/hm² 对小藜的防效最好，鲜重抑制率均为 94%以上，且这 4 种除草剂间的防除效果无显著差异。鲜重抑制率大于 70%的除草剂主要有：200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC 180 g/hm²、10%唑草酮 WP 13.5、27 g/hm²、10%苯磺隆 WP 27 g/hm²、75%氯吡嘧磺隆 WG 90 g/hm²（表 2）。

药后 14 d，所有供试药剂在试验浓度下，对阿拉伯婆婆纳的鲜重抑制率均在 60%以上（表 2）；其中 10%唑草酮 WP 13.5、27 g/hm²、2%吡草醚 SC 13.5、27 g/hm²、480 g/L 灭草松 AS 540、1 080 g/hm²、30%辛酰溴苯腈 EC 270、540 g/hm² 的防治效果最好，鲜重抑制率均达到 100%。56% 2 甲 4 氯钠 SP、200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC、10%苯磺隆 WP、50 g/L 双氟磺草胺 SC、7.5%啶磺草胺 WG、50%异丙隆 WP、10%苄嘧磺隆 WP 27 g/hm² 对阿拉伯婆婆纳的防除效果较好，鲜重抑制率均在 70%～90%之间。

药后 14 d，对猪殃殃的防除效果突出的除草剂主要有 10%唑草酮 WP、2%吡草醚 SC、480 g/L 灭草松 AS，鲜重抑制率均在 90%以上，且 3 种除草剂对猪殃殃的鲜重抑制率无显著差异。200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC、75%氯吡嘧磺隆 WG、50 g/L 双氟磺草胺 SC、7.5%啶磺草胺 WG、30%辛酰溴苯腈 EC 540 g/hm²、10%苄嘧磺隆 WP 27 g/hm² 对猪殃殃的防除效果较好，鲜重抑制率在 70%～90%之间（表 2）。

药后 14 d，对麦家公的防除效果突出的除草剂有 2%吡草醚 SC 27 g/hm²、480 g/L 灭草松 AS 1 080 g/hm²、30%辛酰溴苯腈 EC 270、540 g/hm²，鲜重抑制率均在 90%以上。10%唑草酮 WP 27 g/hm²、2%吡草醚 SC 13.5 g/hm²、50%异丙隆 WP、480 g/L 灭草松 AS 540 g/hm² 对麦家公的防除效果较好，鲜重抑制率在 70%～90%之间（表 2）。

2.3 不同除草剂对播娘蒿的防除效果

不同除草剂对播娘蒿的鲜重抑制率如表 3 所示，结果表明，药后 14 d，除了 7.5%啶磺草胺 WG、75%氯吡嘧磺隆 WG 对播娘蒿的防效较好外，其他 8 种除草剂对播娘蒿的防除效果均更为突出，对播娘蒿的鲜重抑制率均为 90%以上。

表 2　不同除草剂对大巢菜、紫堇、小藜、阿拉伯婆婆纳、猪殃殃、麦家公的鲜重抑制率

Table2　Fresh weight control efficacy of different herbicides on *Vicia sinogigantea*, *Corydalis edulis*, *Chenopodium ficifolium*, *Veronica persica*, *Galium spurium* and *Lithospermum arvense*

处理药剂 Herbicide	剂量/ g·(hm²)⁻¹ Dosage	鲜重抑制率/% Fresh weight control efficacy					
		大巢菜(21 d) *Vicia sinogigantea*	紫堇(14 d) *Corydalis edulis*	小藜(14 d) *Chenopodium ficifolium*	阿拉伯婆婆纳(14 d) *Veronica persica*	猪殃殃(14 d) *Galium spurium*	麦家公(14 d) *Lithospermum arvense*
56% 2 甲 4 氯钠 SP	450	(97.9±0.53)a	(20.5±7.37)hi	(40.4±3.55)g	(75.1±6.70)cd	(58.8±2.95)hi	(15.0±1.18)l
MCPA-sodium 56% SP	900	(98.0±0.17)a	(34.6±2.10)fg	(58.6±7.45)e	(79.0±8.29)cd	(63.7±5.92)gh	(20.0±5.76)kl
200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC	90	(97.0±0.90)a	(27.9±0.65)gh	(29.7±4.59)h	(76.3±0.37)cd	(70.6±1.07)de	(47.7±0.74)fg
fluroxypyr-meptyl 200 g/L EC	180	(97.4±0.56)a	(37.8±9.68)f	(70.5±1.62)d	(78.8±6.39)cd	(73.5±2.68)cde	(53.8±6.94)ef
10%唑草酮 WP	13.5	(34.2±2.25)h	(22.1±1.39)hi	(89.8±5.39)ab	(100.0±0.00)a	(91.8±0.94)a	(66.2±3.22)d
carfentrazone-ethyl 10% WP	27	(36.2±4.49)h	(25.6±3.88)h	(83.5±7.41)bc	(100.0±0.00)a	(92.2±1.12)a	(78.9±5.13)c
2%吡草醚 SC	13.5	(54.6±2.72)g	(56.5±6.83)e	(94.9±0.54)a	(100.0±0.00)a	(95.2±0.40)a	(83.7±4.39)bc
pyraflufen-ethyl 2% SC	27	(75.8±4.71)ef	(84.7±2.58)b	(96.5±1.61)a	(100.0±0.00)a	(95.7±0.21)a	(92.9±1.75)ab
10%苯磺隆 WP	13.5	(77.6±3.72)e	(14.6±9.14)i	(53.1±7.30)ef	(79.4±8.50)cd	(67.6±2.74)efg	(42.1±6.10)gh
tribenuron-methyl 10% WP	27	(85.0±2.08)cd	(36.2±2.43)fg	(80.7±2.87)c	(82.1±2.01)c	(70.1±1.28)def	(58.0±0.33)de
75%氯吡嘧磺隆 WG	45	(88.6±1.84)bc	(73.5±7.43)d	(46.5±2.59)fg	(67.2±3.23)ef	(73.4±3.42)cde	(31.9±9.70)ij
halosulfuron-methyl 75% WG	90	(88.4±2.39)bc	(83.4±5.49)bcd	(71.5±3.39)d	(63.0±3.82)f	(75.9±1.41)bcd	(30.6±3.48)ij
50 g/L 双氟磺草胺 SC	9	(85.3±0.49)cd	(55.4±1.54)e	(28.7±3.05)h	(79.2±6.40)cd	(75.8±2.50)bcd	(47.9±6.82)fg
florasulam 50 g/L SC	18	(89.4±1.62)bc	(74.5±2.73)d	(53.1±7.75)ef	(81.9±2.53)c	(80.1±3.61)b	(63.5±3.25)d
7.5%啶磺草胺 WG	9	(86.3±4.06)c	—	(43.3±1.09)g	(82.5±4.32)c	(73.7±3.43)cde	(32.8±8.93)ij
pyroxsulam 7.5% WG	18	(86.4±2.87)c	—	(58.3±1.11)e	(80.4±4.75)cd	(73.2±3.88)de	(38.6±4.71)hi
50%异丙隆 WP	1 125	(35.8±1.97)h	—	(95.4±1.86)a	(76.5±2.38)cd	(64.1±7.39)fgh	(83.7±9.86)bc
isoproturon 50% WP	1 500	(34.1±4.92)h	—	(96.5±0.31)a	(90.5±8.26)b	(57.5±2.86)i	(89.8±4.12)ab
480 g/L 灭草松 AS	540	(96.8±0.39)a	(88.4±4.44)b	(97.5±0.23)a	(100.0±0.00)a	(96.3±0.32)a	(79.4±5.59)c
bentazone 480 g/L AS	1 080	(97.1±0.46)a	(97.9±0.66)a	(96.2±1.29)a	(100.0±0.00)a	(96.0±0.62)a	(91.5±2.00)ab
30%辛酰溴苯腈 EC	270	(97.1±0.61)a	(84.1±2.21)bc	(96.8±0.81)a	(100.0±0.00)a	(67.2±8.29)efg	(95.6±1.27)a
bromoxynil octanoate 30% EC	540	(97.4±0.12)a	(75.6±3.76)cd	(97.0±1.42)a	(100.0±0.00)a	(79.7±2.47)bc	(95.7±1.05)a
10%苄嘧磺隆 WP	13.5	(71.5±2.98)f	—	(12.4±5.40)j	(62.9±2.61)f	(68.0±4.33)efg	(23.9±7.55)jkl
bensulfuron-methyl 10% WP	27	(80.5±4.26)de	—	(31.4±4.76)h	(72.9±6.25)de	(72.3±1.91)de	(25.1±4.37)jk
CK	0	—	—	—	—	—	—

表 3 不同除草剂对播娘蒿的鲜重抑制率

Table 3 Fresh weight control efficacy of different herbicides on *Descurainia sophia*

处理药剂 Herbicide	剂量/ g·(hm²)⁻¹ Dosage	鲜重抑制率/% Fresh weight control efficacy	处理药剂 Herbicide	剂量/ g·(hm²)⁻¹ Dosage	鲜重抑制率/% Fresh weight control efficacy
56% 2 甲 4 氯钠 SP	252	(95.8±1.71)abcde	75%氯吡嘧磺隆 WG	13.5	(88.0±5.82)gh
MCPA-sodium 56% SP	378	(96.5±1.14)abcde	halosulfuron-methyl 75% WG	27	(93.6±3.19)cdef
200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC	90	(95.9±0.67)abcde	50 g/L 双氟磺草胺 SC	4.5	(93.3±0.86)def
fluroxypyr-meptyl 200 g/L EC	180	(96.9±0.62)abcd	florasulam 50 g/L SC	9	(94.7±2.22)bcdef
10%唑草酮 WP	13.5	(97.4±0.62)abc	480 g/L 灭草松 AS	540	(97.5±1.24)abc
carfentrazone-ethyl 10% WP	27	(97.9±0.33)ab	bentazone 480 g/L AS	1 080	(98.5±0.33)ab
2%吡草醚 SC	13.5	(98.2±0.12)ab	30%辛酰溴苯腈 EC	270	(98.6±0.13)ab
pyraflufen-ethyl 2% SC	27	(98.4±0.06)ab	bromoxynil octanoate 30% EC	540	(98.8±0.06)a
10%苯磺隆 WP	11.25	(91.0±3.72)fg	7.5%啶磺草胺 WG	9	(86.1±1.90)h
tribenuron-methyl 10% WP	22.5	(92.9±3.24)ef	pyroxsulam 7.5% WG	18	(87.4±1.60)h
			CK		—

2.4 不同除草剂对荠菜的防除效果

不同除草剂处理对荠菜的鲜重抑制率如表 4 所示，结果表明，药后 14 d，2% 吡草醚 SC 18 g/hm² 处理对荠菜的防除效果最好，鲜重抑制率为 82.1%。其次防效较好的是 2%吡草醚 SC 9 g/hm²，10%唑草酮 WP 9、18 g/hm²，30%辛酰溴苯腈 EC 375 g/hm²，对荠菜的鲜重抑制率均在 70%～80%之间。

表 4 不同除草剂对荠菜的鲜重抑制率

Table 4 Fresh weight control efficacy of different herbicides on *Capsella bursa-pastoris*

处理药剂 Herbicide	剂量/ g·(hm²)⁻¹ Dosage	鲜重抑制率/% Fresh weight control efficacy	处理药剂 Herbicide	剂量/ g·(hm²)⁻¹ Dosage	鲜重抑制率/% Fresh weight control efficacy
56% 2 甲 4 氯钠 SP	126	(19.8±6.49)d	75%氯吡嘧磺隆 WG	13.5	(34.8±2.29)c
MCPA-sodium 56% SP	252	(7.6±0.83)ef	halosulfuron-methyl 75% WG	27	(34.0±3.63)c
200 g/L 氯氟吡氧乙酸异辛酯 EC	60	(19.4±0.57)d	50 g/L 双氟磺草胺 SC	4.5	(19.5±0.75)d
fluroxypyr-meptyl 200 g/L EC	120	(20.7±1.61)d	florasulam 50 g/L SC	9	(36.7±1.53)c
10%唑草酮 WP	9	(73.9±6.86)a	480 g/L 灭草松 AS	360	(40.7±3.93)c
carfentrazone-ethyl 10% WP	18	(76.4±6.36)a	bentazone 480 g/L AS	720	(60.6±5.19)b
2%吡草醚 SC	9	(78.3±6.57)a	30%辛酰溴苯腈 EC	187.5	(61.2±5.61)b
pyraflufen-ethyl 2% SC	18	(82.1±1.76)a	bromoxynil octanoate 30% EC	375	(74.2±7.40)a
10%苯磺隆 WP	11.25	(39.6±6.91)c	7.5%啶磺草胺 WG	4.5	(25.4±4.44)d
tribenuron-methyl 10% WP	22.5	(35.4±7.72)c	pyroxsulam 7.5% WG	9	(10.6±0.29)e
			CK	0	—

3 结论与讨论

麦田杂草因地域、播种季节和轮作方式的不同，采用的化除策略和除草剂品种有一定差异。当前防除小麦田阔叶杂草的除草剂品种较多，防效差异较大，且麦田阔叶杂草抗药性的普遍发生已严重威胁我国小麦的生长[7-17,20]，抗除草剂杂草已经成为制约农业发展的重要因素，并威胁着全世界的谷物生产[21-22]。因此，寻找高防效的药剂轮换使用或合理混用，成为提高麦田阔叶杂草防效、减缓杂草抗药性发生的有效途径。本试验中 14 种除草剂对 11 种麦田阔叶杂草表现出不同的抑制作用，对 5 种以上杂草防效突出(鲜重防效大于 90%)的除草剂种类有：灭草松、吡草醚、辛酰溴苯腈、唑草酮。灭草松对野老鹳草、牛繁缕、大巢菜、紫堇、小藜、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、猪殃殃、麦家公等 9 种杂草防效突出。吡草醚对野老鹳草、牛繁缕、小藜、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、猪殃殃、麦家公、荠菜等 8 种杂草防效突出。辛酰溴苯腈对牛繁缕、大巢菜、小藜、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、麦家公 6 种杂草防效突出。唑草酮对野老鹳草、牛繁缕、阿拉伯婆婆纳、播娘蒿、猪殃殃等 5 种杂草防效突出。

猪殃殃、荠菜、播娘蒿、牛繁缕在小麦田发生普遍，已成为小麦田的优势杂草[4-5]。刘学等[22]发现茎叶处理剂草除灵(高特克)和土壤处理剂高渗异丙隆对牛繁缕药后 60 d 的防效仍维持在 95%以上。

本试验发现 50%异丙隆 WP 对牛繁缕的防治效果达到 98%左右，本文结果与其研究较为一致，充分说明异丙隆对于牛繁缕具有较好的防除效果。王勇等[23]发现 20%氯氟吡氧乙酸乳油处理对繁缕和猪殃殃的株防效均达 90%，但是对荠菜防效较差。吴翠霞等[24]研究发现 200 g/L 氯氟吡氧乙酸乳油和 25%灭草松水剂对猪殃殃的鲜重抑制率均达 100%。本试验结果也显示唑草酮、吡草醚、灭草松对猪殃殃防治效果好。除此之外，荠菜也是影响小麦产量的重要阔叶杂草之一，而苯磺隆是用于防除麦田阔叶杂草的常用磺酰脲类除草剂[25]；本研究发现 2%吡草醚 SC 18 g/hm^2 处理对荠菜的防效好，为后续麦田中荠菜的防除选择新的除草剂提供基础数据。

大巢菜是麦田恶性杂草，严重发生田块导致麦子成片倒伏，影响产量和品质[26]，本研究结果表明 2 甲 4 氯钠盐、氯氟吡氧乙酸异辛酯、辛酰溴苯腈、灭草松对大巢菜的鲜重防效均在 90%以上，防效好。野老鹳草是近年来在稻茬麦田发生日趋普遍的一种阔叶杂草，在田间发生频度达 33.33%～100%[27]。徐洪乐等[28]研究表明，砜吡草唑土壤处理对野老鹳草有较好的防效，而针对苗后茎叶处理防除野老鹳草的研究较少。本文研究结果发现唑草酮、吡草醚、灭草松、异丙隆处理防除野老鹳草效果最佳，防效均可达到 90%以上。

高兴祥等[29]的研究表明，辛酰溴苯腈、唑草酮、双氟磺草胺、苯磺隆等 4 种除草剂对麦家公均有很好的效果。本文室内试验结果也显示辛酰溴苯腈、灭草松、吡草醚处理对麦家公的鲜重防效最好，其次是唑草酮和异丙隆，与已有的研究结果较为一致。但是苯磺隆和双氟磺草胺对麦家公的鲜重防效并不佳，与前人研究结果有所差异，原因可能是不同地区的麦家公抗药性存在差异。

目前中国小麦田登记的防除阔叶杂草的除草剂有效成分 24 种，每种除草剂对同一种杂草防效差异很大。寻找每种杂草高防效的药剂，在不同的草害区合理混用，可以提高麦田阔叶杂草的有效防除，减缓杂草抗药性的发生。经过本试验，从 14 种除草剂中筛选出 4 种除草剂：灭草松、吡草醚、辛酰溴苯腈、唑草酮，可有效并全面地防除冬小麦麦田中常见的阔叶杂草，杀草谱更为广泛，对阔叶杂草防效较好，且效果稳定，建议根据小麦田优势杂草种类，合理选用除草剂，以达到除草增收的目的。

参考文献

[1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京：中国统计出版社，2020.

[2] 张玉聚，孙建伟，王全德，等. 中国除草剂应用技术大全[M]. 北京：中国农业科学技术出版社，2009.

[3] 高兴祥，李美，房锋，等. 黄淮海地区稻茬小麦田杂草组成及群落特征[J]. 植物保护学报，2019，46(2)：219－225.

[4] 高兴祥，李美，房锋，等. 河南省冬小麦田杂草组成及群落特征[J]. 麦类作物学报，2016，36(10)：1402－1408.

[5] 鲁传涛，楚桂芬，徐洪乐，等. 河南省小麦田杂草发生现状调查[J]. 河南农业科学，2016，45(8)：91－94.

[6] 沈常超，唐文伟，曾东强，等. 河南省不同区域麦田主要杂草群落防治药剂筛选[J]. 河南农业科学，2017，46(10)：86－91.

[7] DENG Wei，LIU Mingjie，YANG Qian，et al. Tribenuron-methyl resistance and mutation diversity of Pro197 in flixweed (*Descurainia sophia* L.) accessions from China[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology，2015，117：68－74.

[8] CUI Hailan，ZHANG Chaoxian，WEI Shouhua，et al. Acetolactate synthase gene proline (197) mutations confer tribenuron-methyl resistance in flixweed (*Descurainia sophia*) populations from China [J]. Weed Science，2011，59(3)：376－379.

[9] 张乐乐，王倩，李伟，等. 河南省麦田荠菜对苯磺隆的抗性及其交互抗性[J]. 植物保护学报，2018，45(3)：536－542.

[10] ZHANG Lele，GUO Wenlei，LI Qi，et al. Tribenuron-methyl resistance and mutation diversity of the AHAS gene in shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) in Henan province，China[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology，2017，143：239－245.

[11] 孙健，王金信，张宏军，等. 抗苯磺隆猪殃殃乙酰乳酸合成酶的突变研究[J]. 中国农业科学，2010，43(5)：972－977.

[12] 崔海兰，王藏月，徐林林，等. 猪殃殃对 AHAS 抑制剂靶标抗性的快速分子检测[J]. 植物保护学报，2016，43(6)：1049－1054.

[13] 吴小虎，王金信，刘伟堂，等. 山东省部分市县麦田杂草麦家公 *Lithospermum arvense* 对苯磺隆的抗药性[J]. 农药学学报，2011，13(6)：597－602.

[14] 王恒智，白霜，吴小虎，等. 小麦田麦家公对苯磺隆的抗性机理[J]. 植物保护学报，2019，46(1)：216－223.

[15] 吴翠霞，刘伟堂，路兴涛，等. 河南省 3 种麦田阔叶杂草对苯磺隆的抗性[J]. 麦类作物学报，2016，36(9)：1264－1268.

[16] 高兴祥，张悦丽，李美，等. 山东省小麦田播娘蒿对双氟磺草胺抗性水平及靶标抗性机理[J]. 中国农业科学，2020，53(12)：2399－2409.

[17] 马鹏生. 猪殃殃抗双氟磺草胺的生理机制研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版)，2014，45(5)：778－781.

[18] 路兴涛，吴翠霞，张勇，等. 12 种除草剂对冬小麦田阔叶杂草的防除效果[J]. 麦类作物学报，2014，34(3)：425－431.

[19] 朱文达，刘学，陶岭梅，等. 425 g/L 2 甲 4 氯异辛酯·氯氟吡氧乙酸乳油对小麦田主要阔叶杂草的有效性测定[J]. 农药科学与管理，2020，41(12)：55－60.

[20] 吴明荣，唐伟，陈杰. 我国小麦田除草剂应用及杂草抗药性现状[J]. 农药，2013，52(6)：457－460.

(下转 368 页)

表 3 供试种衣剂对党参种苗经济效益分析

Table 3 Effects of seed coating formulations on the economic benefit

种衣剂 Seed coating formulation	产苗量/ g·m^{-2} Seedling yield	增产量/ kg·(hm^2)$^{-1}$ Increased production	经济效益/ 元·(hm^2)$^{-1}$ Economic benefit	药剂成本/ 元·(hm^2)$^{-1}$ Chemical cost	投入产出比 Input-output ratio
18%噻灵·咯·精甲 FSC thiabendazole·fludioxonil·metalaxyl-M 18% FSC	1 469.4	6 156.08	36 936.5	300	1∶123.12
8%氟环·咯菌腈 FSC sedaxane·fludioxonil 8% FSC	1 199.9	3 459.73	20 758.4	420	1∶49.42
62.5 g/L 精甲·咯菌腈 metalaxyl-M·fludioxonil 62.5 g/L FSC	996.8	1 427.71	8 566.3	330	1∶25.96

3 结论与讨论

本研究表明，党参种苗根腐病存在 2 种类型，而且慢性黄腐型发病率明显高于急性青枯型发病率。3 种种衣剂包衣处理后，发病率、病情指数均有所降低，其中 18%噻灵·咯·精甲 FSC 处理根腐病发病率、病情指数均最低，防治效果显著优于 8%氟环·咯菌腈 FSC 和 62.5 g/L 精甲·咯菌腈 FSC 处理。

种衣剂不仅可防治作物病虫害，还可促进作物生长发育[9-10]。本研究表明，3 种种衣剂包衣处理后，党参种苗根长、根粗、单根鲜重较对照均有提高，以 18%噻灵·咯·精甲 FSC 处理效果最好。张军高等[13]的研究表明，种衣剂可显著增加作物产量构成和产量。本研究表明，种衣剂处理明显提高了党参种苗产苗量和等级，增产量为 1 427.71～6 156.08 kg/hm^2，经济效益为 8 566.3～36 936.5 元/hm^2（常规育苗田收入为 5 000 元/hm^2 左右），投入产出比在 1∶123.12～1∶25.96。其中，以 18%噻灵·咯·精甲 FSC 处理增产增收最明显，投入产出比最高。

参考文献

[1] 李成义，刘书斌，李硕，等. 甘肃党参栽培现状调查分析[J]. 中国现代中药，2016，18(1)：102－105.

[2] 孙新荣，仲彩萍，张西梅，等. 甘肃定西地区党参根腐病病原鉴定与防治研究[J]. 植物保护，2020，46(5)：290－297.

[3] 王艳，陈秀蓉，王引权，等. 甘肃省党参病害种类调查及病原鉴定[J]. 山西农业科学，2011，39(8)：866－868.

[4] 赵亚兰，陈垣，郭凤霞，等. 冬播和春播育苗对党参苗栽产量和质量的影响[J]. 草业学报，2015，24(10)：139－148.

[5] 王慧珍，莲中学，陆国弟，等. 党参种苗等级与药材产量及质量的关系[J]. 中国中药杂志，2016，41(21)：3950－3955.

[6] 李瑞杰，陈垣，郭凤霞，等. 素花党参种苗质量分级标准研究[J]. 中国中药杂志，2013，37(20)：3046.

[7] 王化东，吴发明. 黄土高原干旱地区党参育苗技术研究[J]. 中药材，2016，39(9)：1948－1951.

[8] 蔡子平，王宏霞，王国祥，等. 不同育苗模式对甘肃渭源党参种苗质量的影响[J]. 中药材，2017，40(4)：779－781.

[9] 吴凌云，李明，姚东伟. 化学农药型种衣剂的应用与发展[J]. 农药，2007，46(9)：577－579.

[10] 闫佳会，姚强，郭青云，等. 4 种种衣剂对青稞条纹病的防治效果[J]. 植物保护，2016，42(2)：233－236.

[11] 吴学宏，刘西莉，王红梅，等. 我国种衣剂的研究进展[J]. 农药，2003，42(5)：1－5.

[12] 李进，张军高，刘鹏飞，等. 4 种种衣剂防治棉花苗期主要病虫害效果及经济效益比较[J]. 植物保护，2021，47(1)：241－247.

[13] 张军高，李进，王立红，等. 复合型棉花种衣剂田间防效评价及减施分析[J]. 新疆农业科学，2019，56(1)：154－165.

（责任编辑：田 喆）

（上接 363 页）

[21] YU Qin，POWLES S. Metabolism-based herbicide resistance and cross-resistance in crop weeds：a threat to herbicide sustainability and global crop production [J]. Plant Physiology，2014，166(3)：1106－1118.

[22] 刘学，吴新平，朱文达，等. 湖北移栽油菜田牛繁缕的发生规律及防除策略[J]. 植物保护学报，2006，33(1)：104－108.

[23] 王勇，丁海滨，张佩，等. 几种除草剂对麦田阔叶杂草的防效及安全性评价[J]. 浙江农业科学，2020，61(2)：281－283.

[24] 吴翠霞，张勇，宋敏，等. 17 种除草剂对小麦田猪殃殃的防除效果[J]. 麦类作物学报，2016，36(2)：257－261.

[25] 张乐乐. 麦田杂草荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)对苯磺隆抗性分子机制的研究[D]. 泰安：山东农业大学，2018.

[26] 陆维成，朱家全. 大巢菜主要生物学特性及其防除[J]. 江苏杂草科学，1986(2)：1－2.

[27] 袁树忠，徐桂庆，徐蕾，等. 稻茬麦田野老鹳草的空间分布型及抽样技术[J]. 杂草科学，2002(2)：20－23.

[28] 徐洪乐，樊金星，张宏军，等. 麦田新型除草剂砜吡草唑的除草活性[J]. 植物保护，2019，45(4)：288－292.

[29] 高兴祥，李美，房锋，等. 恶性杂草麦家公防除药剂室内及田间效果测定[J]. 农药，2016，55(9)：688－691.

（责任编辑：田 喆）