

不同除草剂对豌豆田杂草的防除效果评价

王 昶¹, 张丽娟¹, 闵庚梅¹, 陆建英²

(1. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院
生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 杂草严重影响豌豆产量和品质, 制约豌豆产业发展。为了筛选安全、高效的除草剂, 选用3种芽前土壤封闭除草剂和6种苗后茎叶处理除草剂, 在大田试验条件下进行作物安全性及杂草防除效果评价。结果显示, 480 g/mL 氟乐灵乳油和460 g/mL 2-甲-灭草松可溶液剂防效较好, 施药后30 d株防效分别为76.88%、64.52%, 施药后60 d株防效分别为75.86%、66.98%, 鲜重防效分别为79.59%、71.43%。24%乙氧氟草醚乳油对豌豆产生轻微药害; 250 g/mL 氟磺胺草醚水剂药害较重, 严重抑制豌豆生长, 应慎用。建议豌豆田杂草防除优先选用480 g/mL 氟乐灵乳油和460 g/mL 2-甲-灭草松可溶液剂。

关键词: 除草剂; 豌豆; 杂草; 防效

中图分类号: S451.241; S643.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2024)10-0969-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.10.016

Evaluation of the Control Efficiency of Different Herbicides against Weeds in Pea Fields

WANG Chang¹, ZHANG Lijuan¹, MIN Gengmei¹, LU Jianying²

(1. Institute of Crops Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Biotechnology Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Weeds are the major limiting factors for the low productivity and quality in peas, restricting industrial development of pea. In order to screen safe and efficient herbicides, three kinds of pre-budding soil sealing herbicides and six kinds of post-seedling stem and leaf treatment herbicides were selected to evaluate the crop safety and weed control effect under field test conditions. The results showed that 480 g/mL fluralin emulsifiable concentrate and 460 g/mL 2-methyl-metamoxacol soluble concentrate had better control effects, and the control effects were 76.88% and 64.52% of strains 30 days after application. After 60 days of application, the control efficiency of the isolates were 75.86% and 66.98%, and the fresh weight control effects were 79.59% and 71.43%, respectively. Furthermore, 24% Oxyfluorofe emulsifiable concentrate caused slight pesticide injury to peas, 250 g/mL Fomesafen aqueous solutions had severe phytotoxicity, and seriously inhibited the growth of peas. It is suggested that 480 g/mL fluralin emulsion and 460 g/mL 2-methyl-methanoxacol soluble concentrate should be preferred for weed control in pea fields.

Key words: Herbicide; Pea; Weed; Control efficiency

豌豆(*Pisum sativum* L.)是世界第二大豆类作物, 全球种植面积约800万hm², 总产量1600万t^[1-2]。目前, 豌豆在100多个国家均有种植, 其中, 加拿大、俄罗斯、中国、印度、美国是重要的豌豆生产国^[3]。豌豆富含蛋白质、碳水化合物、维生素、矿物质、膳食纤维和抗氧化物质,

是人类食物和动物饲料重要的蛋白质来源^[4]。豌豆对土壤和环境的适应能力强, 常被种植在其他作物难以达到理想产出的贫瘠和边缘地块。因其特殊的固氮作用, 豌豆可改善土壤质量, 培肥地力, 常被用作倒茬作物。豌豆在种植业结构调整, 农民增产增收和保障国家粮食安全等方面发挥着

收稿日期: 2024-05-17

基金项目: 甘肃省农业科学院院级科研项目(2024GAAS25); 国家食用豆产业技术体系(CARS-08-G14); 甘肃省农科院农业科技创新专项(2023GAAS37)。

作者简介: 王 昶(1979—), 男, 甘肃康县人, 副研究员, 博士, 主要从事食用豆病虫害防控及其种质创新利用研究工作。Email: chang288@163.com。

通信作者: 张丽娟(1985—), 女, 甘肃兰州人, 副研究员, 主要从事食用豆病虫害防控研究工作。Email: 305395256@qq.com。

重要作用。

杂草是农田生态系统的组成部分，作为农业“病、虫、草”三害之首，严重影响农业生产。杂草不仅与作物争夺阳光、水分、养分、空间等资源，还会作为害虫和病原菌的寄主传播病虫害，降低产量、质量及收割效率等^[5]。由于豌豆初期生长缓慢，植株矮小，冠层发育受限，其竞争力与杂草相比较弱，易受威胁^[6]。杂草常造成豌豆产量损失 18%~76%^[7]。传统人工除草方法效果较好，但费时、费力、低效、成本昂贵，且难以适用于规模化防草。化学除草方法简便、经济、有效，适宜规模化防草，因此使用适宜除草剂能有效控制杂草、节约成本、提高豌豆产量^[8]。然而，化学除草剂的盲目使用不仅易造成药害和作物减产，还会污染环境、产生抗药性。因此，本研究开展安全、高效除草剂的评价和筛选，旨在为豌豆田杂草防除提供技术指导，推进豌豆产业持续健康发展。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤处理除草剂选用 480 g/mL 氟乐灵乳油、50%乙草胺乳油、24%乙氧氟草醚乳油；茎叶处理除草剂选用 10%精喹禾灵乳油、250 g/mL 氟磺胺草醚水剂、108 g/mL 高效氟吡甲禾灵乳油、480 g/mL 灭草松水剂、12.5%稀禾啶乳油、460 g/mL 2-甲-灭草松可溶液剂，具体参数见表 1。

供试豌豆品种为陇豌 3 号，由甘肃省农业科学院作物研究所提供。

1.2 试验地概况

试验于 2019 年在临夏回族自治州和政县城关镇三谷村进行，当地平均海拔 2 100 m，年平均气温 6.5 ℃，全年无霜期 130 d，年平均降水量 700 mm，属二阴气候区，冷凉湿润，具有“春迟秋早、冬长夏短”的高原气候特点。试验地前茬为油菜，土壤为黑垆土，地势平坦，肥力中等。

1.3 试验设计

试验共设 10 个处理(表 1)，随机区组排列，3 次重复，小区面积 10 m² (2 m×5 m)。3 种芽前土壤处理和 6 种苗后茎叶处理除草剂均按推荐剂量喷施，以喷施清水为对照(CK)。豌豆于 3 月 20 日人工开沟条播，行距 20 cm，株距 2~3 cm，每小区播种量 0.5 kg。土壤处理除草剂于豌豆播后 3 d 土壤喷施，喷施后随即混土 1~2 cm；茎叶处理除草剂于豌豆苗期，杂草 3~5 叶期喷施。田间管理略高于大田。

1.4 调查内容和方法

1.4.1 防除效果调查 施药后 30 d，每小区对角线 5 点取样，每点用 0.50 m×0.50 m 的样方框取 0.25 m²，调查杂草种类和株数。施药后 60 d 调查株数和鲜重，分别计算株防效和鲜重防效。整个豌豆生育期调查豌豆田杂草种类。

株防效=[(对照区杂草株数-施药区杂草株数)/对照区杂草株数]×100%

鲜重防效=[(对照区杂草鲜重-施药区杂草鲜重)/对照区杂草鲜重]×100%

1.4.2 安全性调查 施药后，不定期观察豌豆出

表 1 除草剂种类及施用剂量

处理	除草剂种类	生产厂家	施药剂量 (mL/hm ²)	浓度 (mL/L)	施药方法
T1	480 g/mL 氟乐灵乳油	山东通用化学品有限公司	2 250	5.0	土壤处理
T2	50%乙草胺乳油	山东中石药业有限公司	2 400	5.3	土壤处理
T3	24%乙氧氟草醚乳油	上海惠光环境科技有限公司	750	1.7	土壤处理
T4	460 g/mL 2-甲-灭草松可溶液剂	济南天邦化工有限公司	2 250	5.0	茎叶处理
T5	10%精喹禾灵乳油	江苏华农生物化学有限公司	525	1.2	茎叶处理
T6	108 g/mL 高效氟吡甲禾灵乳油	永农生物科学有限公司	450	1.0	茎叶处理
T7	12.5%稀禾啶乳油	中农立华(天津)农用化学品有限公司	2 025	4.5	茎叶处理
T8	480 g/mL 灭草松水剂	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司	3 000	6.7	茎叶处理
T9	250 g/mL 氟磺胺草醚水剂	永农生物科学有限公司	1 350	3.0	茎叶处理
T10(CK)	清水		2 000	4.4	土壤处理/茎叶处理

苗情况、叶色变化、植株矮化、褪绿和枯萎等症状, 与对照相比判断药害级别。药害级别分级参照《农药生物活性测试标准操作规范——除草剂卷》^[9]: 1 级, 植株生长正常; 2 级, 轻微药害, 生长受抑制或叶片药斑面积小于 10%; 3 级, 中等药害, 以后能恢复, 不影响产量; 4 级, 药害较重, 难以恢复, 造成减产; 5 级, 药害严重, 难以恢复, 造成明显减产或绝产。施药后 30 d, 调查除草剂土壤喷施条件下豌豆的出苗率, 计算相对出苗率。

相对出苗率 = (土壤处理豌豆出苗数/对照处理豌豆出苗数) × 100%

1.5 数据处理

试验数据采用 Excel 2016 进行统计, 使用 SPSS 18.0 软件的 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 豌豆田杂草种类和分布情况

在整个豌豆生育期, 田间共调查到藜 (*Chenopodium album*)、苦苣菜 (*Sonchus oleraceus*)、艾草 (*Artemisia argyi*)、蓟 (*Cirsium japonicum*)、冰草 (*Agropyron cristatum*) 等 17 种杂草, 分属 10 个科, 其中菊科 4 种, 蓼科 3 种, 禾本科 2 种, 十字花科 2 种, 豆科、车前科、葡萄科、旋花科、唇形科和苋科各 1 种 (表 2)。优势杂草为藜、苦苣菜、艾草, 其占比达 75% 以上。

表 2 豌豆田杂草种类

科名	种名	拉丁名
菊科	苦苣菜	<i>Sonchus oleraceus</i>
	刺儿菜	<i>Cirsium arvense</i>
	艾草	<i>Artemisia argyi</i>
	蓟	<i>Cirsium japonicum</i>
蓼科	蒺藜	<i>Polygonum aviculare</i>
	红蓼	<i>Persicaria orientalis</i>
	金荞麦	<i>Fagopyrum dibotrys</i>
禾本科	冰草	<i>Agropyron cristatum</i>
	野燕麦	<i>Avena fatua</i>
十字花科	播娘蒿	<i>Descurainia sophia</i>
	芥	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
豆科	野苜蓿	<i>Medicago falcata</i>
车前科	车前	<i>Plantago asiatica</i>
葡萄科	乌敛莓	<i>Causonis japonica</i>
旋花科	旋花	<i>calystegia sepium</i>
唇形科	假薄荷	<i>Mentha asiatica</i>
苋科	藜	<i>Chenopodium album</i>

2.2 施药 30 d 后各除草剂对豌豆田杂草的株防效

施药后 30 d, 各处理的杂草株数和株防效如表 3 所示。T10(CK)处理区的杂草数最高, 为 496.0 株/m²; T1 处理最低, 为 114.7 株/m²。T1、T2、T3 和 T4 处理区杂草数均低于 200 株/m², 其余处理均高于 220 株/m²。T1 处理的株防效为 76.88%, 显著高于其他处理 ($P < 0.05$); T2、T3、T4 处理间株防效差异不显著, 分别为 65.58%、62.36%、64.52%, 显著高于 T5、T6、T7、T8、T9 ($P < 0.05$); T7 处理的株防效最低, 为 47.58%。3 种土壤处理除草剂的株防效均在 60% 以上; 6 种茎叶处理除草剂中, 除 T4 处理的株防效大于 60% 外, 其余 5 种均低于 55%。由此可知, 施药后 30 d, 480 g/mL 氟乐灵乳油、50% 乙草胺乳油、24% 乙氧氟草醚乳油及 460 mL 2-甲-灭草松可溶液剂对豌豆田杂草的防效较好。

表 3 施药 30 d 后各药剂对豌豆田杂草的株防效

处理	杂草株数 (株/m ²)	株防效 /%	相对出苗率 /%	药害级别 /级
T1	114.7	76.88 a	95.8	1
T2	170.7	65.58 b	93.3	1
T3	186.7	62.36 b	95.8	2
T4	176.0	64.52 b		1
T5	225.3	54.58 c		1
T6	234.7	52.68 c		1
T7	260.0	47.58 c		1
T8	236.0	52.42 c		1
T9	237.3	52.16 c		4
T10(CK)	496.0			

2.3 施药 60 d 后各除草剂对豌豆田杂草的防效

施药后 60 d, 各处理的杂草株数、株防效和鲜重防效如表 4 所示。T10 (CK)处理区杂草数最多, 为 593.6 株/m²; T1 处理区杂草数最少, 为 143.3 株/m²。T1、T2 和 T4 处理区杂草数均低于 200 株/m², 其余药剂处理区均高于 200 株/m²。T1 处理的株防效最高, 为 75.86%, 显著高于 T7 处理的 42.05% ($P < 0.05$); T4 处理的株防效位次第 2, 为 66.98%。3 种芽前土壤封闭除草剂株防效均高于 60%; 6 种茎叶处理除草剂中, 除 T4 处理株防效高于 60% 外, 其余 5 种除草剂均低于 60%。T1 处理的鲜重防效最高, 为 79.59%, 显著高于 T3、T5 处理 ($P < 0.05$); T4 处理的鲜重防效位次第 2, 为 71.43%。T1、T4 和 T8 处理的除草剂鲜重防效高

于 60%。由此可知, 施药 60 d 后 480 g/mL 氟乐灵乳油和 460 g/mL 2-甲-灭草松可溶液剂对豌豆田杂草的防效较好。

表 4 施药 60 d 后各药剂处理对豌豆田杂草的防效

处理	杂草株数 (株/m ²)	株防效 /%	杂草鲜重 (kg/m ²)	鲜重防效 /%	药害级别 /级
T1	143.3	75.86 a	1.00	79.59 a	1
T2	199.3	66.43 ab	2.21	54.90 ab	1
T3	216.0	63.61 ab	2.27	53.67 b	2
T4	196.0	66.98 ab	1.40	71.43 ab	1
T5	253.3	57.33 ab	2.25	54.08 b	1
T6	292.0	50.81 ab	2.20	55.10 ab	1
T7	344.0	42.05 b	2.18	55.51 ab	1
T8	285.3	51.94 ab	1.80	63.27 ab	1
T9	286.7	51.70 ab	2.08	57.55 ab	4
T10(CK)	593.6		4.90		

2.4 除草剂的安全性

整个豌豆生育期对除草剂的药害情况观察和调查结果见表 3、表 4。3 种芽前土壤处理除草剂对豌豆出苗无明显影响, 相对出苗率均在 90% 以上, T1、T2、T3 分别为 95.8%、93.3%、95.8%。施药 30 d 和 60 d 各处理要害级别结果一致, 其中 T3 处理对豌豆产生轻微药害, 后期能够完全恢复, 药害级别为 2 级; T9 处理药害较重, 严重抑制豌豆生长, 且难以恢复, 药害级别为 4 级; 其余除草剂喷施后均未造成药害, 且豌豆能够正常生长, 药害级别均为 1 级。

3 讨论与结论

苗前施用除草剂利于防除杂草, 尤其是在作物早期生长较脆弱的阶段^[10]。苗前喷施除草剂后, 在土壤形成一层化学屏障, 阻止杂草种子发芽或灭杀发芽的杂草。Ross 等^[11]报道, 由于喷施过除草剂的土层与作物种子的空间分离, 苗前除草剂具有更大的安全性。研究发现, 播前或苗前使用除草剂可有效降低豌豆田杂草密度, 提高豌豆产量^[12-13]。氟乐灵是一种常用除草剂, 主要灭杀杂草的幼芽, 可防除一年生禾本科杂草和部分阔叶杂草, 在播前或播后芽前施用^[14]。氟乐灵属于二硝基苯胺类除草剂, 除草机制是干扰 α -微管蛋白上的电子传递进而抑制杂草的生长^[15]。氟乐灵具有易挥发和易光解的缺点, 因此在田间喷药后须尽快耙地拌土。邵扬等^[16]研究发现, 氟乐灵

对蚕豆田杂草具有较好的防效, 并对蚕豆增产作用明显。本研究中, 9 种除草剂表现出不同的杂草防除效果, 与施药后 30 d 相比, 各除草剂施药后 60 d 的株防效有增有减, 但增减幅度不大, 其总体变化趋势基本一致。结合株防效、鲜重防效及安全性综合考量, 480 g/mL 氟乐灵乳油土壤封闭处理防效最好, 施药后 30 d 株防效达 76.88%, 施药后 60 d 株防效和鲜重防效分别达 75.86% 和 79.59%。

灭草松是一种选择性触杀型苗后除草剂, 主要防除一年生阔叶杂草和莎草科杂草^[17]。灭草松通过叶片接触和根系吸收, 传导到茎叶, 以杂草的光系统 II (PS II) 的 D1 蛋白为作用靶标而抑制光系统 II 的光合电子传递来达到除草的目的^[18]。2 甲 4 氯为苯氧乙酸类选择性激素类除草剂, 用于防治多种阔叶杂草和莎草, 该药具有内吸传导性, 施药后药物很快被阔叶杂草茎叶吸收并传导至生长点和根部, 使杂草细胞分裂变形而达到除草的目的^[19]。本研究中, 茎叶处理除草剂 460 g/mL 2-甲-灭草松可溶液剂是灭草松 (400 g/mL) 和 2 甲 4 氯 (60 g/mL) 的复配制剂, 与 480 g/mL 灭草松水剂单剂相比表现出更好的防效, 施药后 30 d 株防效达 64.52%, 施药后 60 d 株防效和鲜重防效分别达 66.98% 和 71.43%。

不同地区气候、环境和土壤条件不同, 导致杂草的种类、分布、形态、生理和耐受性不同, 因此使用单一的除草剂不足以防除杂草。本研究对照区 30 d 和 60 d 后的杂草数量分别高达 496.0、593.6 株/m², 杂草基数较大, 其主要原因是该地区气候湿润、降水充沛, 且该田块无使用除草剂史, 给杂草创造了适宜的生长环境。优势杂草藜、苦苣菜和艾草等阔叶杂草数量多、生物量大, 给除草剂防除增加了难度, 导致整个试验的防效普遍偏低。因此, 在播种后 60 d 内应有针对性地选择不同功能的除草剂, 在豌豆和杂草竞争的关键时期进行组合喷施, 并结合机械、生物和栽培方法进行综合防控, 在减少除草剂施用的同时提高杂草防控水平^[20-21]。

本研究发现, 24% 乙氧氟草醚乳油对豌豆有轻微药害, 但后期能够恢复; 250 g/mL 氟磺胺草醚水剂对豌豆药害严重, 抑制其生长, 且后期不易

恢复, 应慎用; 其余 7 种除草剂对豌豆生长无影响。结合株防效、鲜重防效及安全性综合来看, 芽前土壤封闭处理施用 480 g/mL 氟乐灵乳油, 苗后茎叶处理施用 460 g/mL 2-甲-灭草松可溶液剂的防效较好, 建议在豌豆生产中推广应用。

参考文献:

- [1] BRIJBHOOSHAN, SINGH V K, SHALINI. Response of fieldpea (*Pisum sativum* L. var ar-vense) to various planting methods, irrigation schedule and weed management practices[J]. Legume Research, 2017, 40(1): 132-137.
- [2] FAOSTAT. Peas, dry, world's area harvested and production quantity[EB/OL](2019-11-04)[2024-05-10]. <http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC>.
- [3] LAKE L, GUILIONI L, FRENCH B, et al. Crop physiology case histories for major crops[M]. Cambridge: Cambridge Academic Press, 2021.
- [4] URBANO G, ARANDA P, GOMEZ-VILLALVA E, et al. Nutritional evaluation of pea (*Pisum sativum*) protein diets after mild hydrothermal treatment and with and without added phytase[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003, 51(8): 2415-2420.
- [5] SINGH B. Survey and indexing of weeds growing around potato fields for their role as an inoculum source for Potato Leafroll Virus (PLRV)[J]. British Biotechnology Journal, 2016, 16(1): 1-8.
- [6] ABDALLAH I S, ABDELGAWAD K F, EL-MOGY M M, et al. Weed control, growth, nodulation, quality and storability of peas as affected by pre- and postemergence herbicides[J]. Horticulturae, 2021, 7(9): 307.
- [7] BANGA R S, YADAV A, MALIK R S, et al. Evaluation of different herbicides for weed control in pea (*Pisum sativum* L.)[J]. Indian Journal of Weed Science, 1998, 30: 145-148.
- [8] EL-METWALLY I M, SAAD EL-DIN S A. Response of pea (*Pisum sativum* L.) plants to some weed control treatments[J]. Journal of Agricultural Science, 2003, 28: 947-969.
- [9] 杨新玲. 农药生物活性测试标准操作规范——除草剂卷[J]. 农药学报, 2017, 19(2): 188.
- [10] EIZENBERG H, GOLDWASSER Y, ACHDARY G, et al. The potential of sulfosulfuron to control troublesome weeds in tomato[J]. Weed Technology, 2003, 17(1): 133-137.
- [11] ROSS M A, LEMBI C A. Applied weed science[M]. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2008.
- [12] SAJID M, RAB A, NOOR-UL-AMIN, et al. Effect of herbicides and row spacing on the growth and yield of pea[J]. Pakistan Journal of Weed Scientific Research, 2012, 18(1): 1-13.
- [13] HARKER K N. Survey of yield losses due to weeds in central Alberta[J]. Canadian Journal of Plant Science, 2001, 81(2): 339-342.
- [14] 钱 坤, 彭鑫亚, 薛 霏, 等. 氟乐灵微球的制备及其控释效果研究[J]. 农药学报, 2017, 19(6): 776-780.
- [15] LIM D S, CHOI J S, PAK C S, et al. Synthesis and herbicidal activity of a pentafluorosulfanyl analog of trifluralin[J]. Journal of Pesticide Science, 2007, 32(3): 255-259.
- [16] 邵 扬, 郭延平, 闵庚梅, 等. 不同功能除草剂对蚕豆生长和田间杂草的防治效果[J]. 作物杂志, 2023(3): 254-259.
- [17] 吴 迟, 孙 田, 何明远, 等. 灭草松对穗状狐尾藻的毒性研究[J]. 现代农药, 2021, 20(4): 45-47; 55.
- [18] 欧晓明, 唐德秀. 除草剂作用机理研究的新进展[J]. 世界农业, 2000(10): 28-30.
- [19] 李翠英. 2 甲 4 氯除草剂的合理施用[J]. 农业知识, 2021(17): 14-15.
- [20] 王 昶, 张丽娟, 闵庚梅, 等. 春播豌豆田杂草综合防控技术[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(5): 482-485.
- [21] KUMAR A, SHARMA B C, NANDAN B, et al. Crop-weed competition in field pea under rainfed subtropical conditions of Kandi belt of Jammu[J]. Indian Journal of Weed Science, 2009, 41(1&2): 23-26.