技术与应用
Technology & Application

# 几种除草剂对恶性杂草野艾蒿的防除效果及对胡麻生长发育的影响

柳建伟， 岳德成*， 王宗胜*， 史广亮， 李青梅， 姜延军， 韩菊红

（甘肃省平凉市农业科学院，平凉 744000）

**摘要** 采用田间试验的方法，测定了几种除草剂单剂和混用配方对胡麻田恶性杂草野艾蒿的防除效果及对胡麻生长发育的影响。结果显示，75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP、75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG 混配、75%二氯吡啶酸 SG 单剂对野艾蒿的株防效、地上部鲜重防效、地下部鲜重防效分别达到 93.24%～97.46%、94.69%～96.77%和 90.13%～96.40%，对靶标杂草野艾蒿防除效果明显且对胡麻无药害，胡麻产量较空白对照分别增加 36.59%、4.14%和 20.86%。48%灭草松 AS 虽对野艾蒿的综合防效较低，但其对胡麻无药害且胡麻蒴果数、千粒重较大，胡麻产量较空白对照增长 61.27%。90% 2 甲·草甘膦 SP、82%草甘膦异丙胺盐 AS、20%氯氟吡氧乙酸 EC、70.5% 2 甲·唑草酮 WG、20%敌草快 AS 5 种除草剂对胡麻安全性低，不宜应用于胡麻田野艾蒿的防治。结合各除草剂处理后胡麻的药害、经济性状、生物产量、籽粒产量以及对野艾蒿的防除效果进行综合分析，胡麻田野艾蒿防除除草剂选择适宜度依次为：75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 混配＞75%二氯吡啶酸 SG＞48%灭草松 AS＞75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG 混配。本文为胡麻田恶性杂草野艾蒿的化学防除提供了理论依据。

**关键词** 除草剂； 野艾蒿； 混配； 胡麻

**中图分类号：** S 482.4 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018003

# Control effect of several herbicides on *Artemisia lavandulaefolia* and influence on the growth and development of flax

LIU Jianwei， YUE Decheng， WANG Zongsheng， SHI Guangliang， LI Qingmei， JIANG Yanjun， HAN Juhong

（*Pingliang Academy of Agricultural Sciences in Gansu*，*Pingliang* 744000，*China*）

**Abstract** Field experiment method was conducted to study the control effect of several herbicides and mixtures on *Artemisia lavandulaefolia* and influence on the growth of flax. The results showed that the plant control effect, fresh weight control effect of ground or underground part of clopyralid 75% SG＋ MCPA-Na 56% SP, clopyralid 75% SG＋ atrazine 90% WG, clopyralid 75% SG reached more than 96%, 93% and 90%, respectively. They all have an obvious control effect on *A. lavandulaefolia* and no damage to flax, the yield of flax increased by 36.59%, 4.14% and 20.86% than blank control. Although comprehensive control effect of bentazone 48% AS on *A. lavandulaefolia* is low, but it's no harm to flax and the number of capsularfruit and 1 000-seeds weight of flax is larger, the yield of flax increased by 61.27% than blank control. MCPA·glyphosate 90% SP, glyphosate isopropylammonium 82% AS, fluroxypyr 20% EC, MCPA·carfentrazone-ethyl 70.5% WG and diguat 20% AS can't be adopted to prevent *A. lavandulaefolia* in flax field due to the low safety on flax. Combined with the phytotoxicity, economic characters, biological yield, grain yield of flax and the control effect of *A. lavandulaefolia* were analyzed, the selection suitability of herbicides to control *A. lavandulaefolia* in flax field as follows: clopyralid 75% SG＋MCPA-Na 56% SP＞clopyralid 75% SG＞bentazone 48% AS＞clopyralid 75% SG＋atrazine 90% WG. This paper provide a theoretical basis for chemical control of *A. lavandulaefolia* in flax field.

**Key words** herbicides； *Artemisia lavandulaefolia*； mixtures； flax

**收稿日期：** 2018－01－02 **修订日期：** 2018－02－11
**基金项目：** 国家特色油料产业技术体系平凉综合试验站(CARS-14-2-26)；平凉市农业科学院项目(201624)
* 通信作者 E-mail：ydc_196206138@163.com；446459011@qq.com

野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia* DC 为多年生草本菊科恶性杂草,广泛分布于我国北方地区[1],主要以地下根茎繁殖,其根茎具有许多潜伏芽,每个潜伏芽都能发出新株,新株再生长出新的根茎,在生产实践中单靠人工中耕不但很难达到理想的防除效果,而且地下根茎被截断后扩散,进一步危害作物生长[2]。胡麻 *Linum usitatissimum* L. 即油用亚麻,其具有耐瘠薄、喜阴凉、耐旱、耐寒等特点,是我国西北、华北等年降水量为 300～500 mm 旱作农业区最重要的油料作物之一[3-5]。近年来,由于胡麻连作普遍、土壤耕作次数减少且无防除野艾蒿的特效药剂,胡麻田野艾蒿的危害日趋严重。本研究选用不同类型的 9 种除草剂并进行合理混配,综合分析各除草剂单剂及混配配方对野艾蒿的防除效果、对胡麻的药害及经济性状和产量的影响,筛选出可高效防除胡麻田野艾蒿的除草剂单剂和混配配方,为胡麻田恶性杂草野艾蒿的化学防除提供科学依据。

## 1　材料与方法

### 1.1　试验地概况

试验安排在平凉市农业科学院高平试验站,该站位于甘肃省泾川县南部塬区,属典型的旱作农业区,海拔 1 320 m,春季至初夏干旱多风,秋季多雨,冬季干燥,全年累计日照时数 2 424.8 h,年均气温 9.2℃,年降水量 583.5 mm,年蒸发量 1 384 mm,7—9 月降水量占年降水量的 60%左右。本试验所选地块平整,土层深厚,前茬作物为玉米,田间野艾蒿发生数量大且分布均匀。

### 1.2　供试除草剂

20%氯氟吡氧乙酸乳油(EC),美国陶氏益农公司;70.5% 2 甲·唑草酮水分散粒剂(WG),苏州富美实植物保护剂有限公司;90% 2 甲·草甘膦可溶粉剂(SP),重庆树荣化工有限公司;75%二氯吡啶酸可溶粒剂(SG),美国陶氏益农公司;90%莠去津水分散粒剂(WG),浙江中山化工集团股份有限公司;20%敌草快水剂(AS),深圳诺普信农化股份有限公司;56% 2 甲 4 氯钠盐可溶粉剂(SP),江苏健谷化工有限公司;82%草甘膦异丙胺盐水剂(AS),深圳诺普信农化股份有限公司;48%灭草松水剂(AS),兴农药业(中国)有限公司。

### 1.3　试验设计

试验共设 11 个处理,包括 7 个除草剂单剂处理、2 个混剂处理、人工除草对照($CK_1$)和空白对照($CK_2$)。除草剂施用量详见表 1。各处理小区随机区组排布,每处理重复 3 次,小区面积为 12 $m^2$。

**表 1　试验处理**

**Table 1　Experimental treatments**

| 除草剂 Herbicide | 施用量 Applications rates |
|---|---|
| 20%氯氟吡氧乙酸 EC　fluroxypyr 20% EC | 750 mL/$hm^2$ |
| 70.5% 2 甲·唑草酮 WG　MCPA·carfentrazone-ethyl 70.5% WG | 750 g/$hm^2$ |
| 90% 2 甲·草甘膦 SP　MCPA·glyphosate 90% SP | 1 500 g/$hm^2$ |
| 75%二氯吡啶酸 SG　clopyralid 75% SG | 80 g/$hm^2$ |
| 20%敌草快 AS　diguat 20% AS | 3 000 mL/$hm^2$ |
| 82%草甘膦异丙胺盐 AS　glyphosate-isopropylammonium 82% AS | 4 500 mL/$hm^2$ |
| 48%灭草松 AS　bentazone 48% AS | 3 000 mL/$hm^2$ |
| 75%二氯吡啶酸 SG+90%莠去津 WG　clopyralid 75% SG+ atrazine 90% WG | 80 g/$hm^2$+1 050 g/$hm^2$ |
| 75%二氯吡啶酸 SG+56% 2 甲 4 氯钠盐 SP　clopyralid 75% SG+ MCPA-Na 56% SP | 80 g/$hm^2$+1 050 g/$hm^2$ |

### 1.4　田间实施方法

3 月下旬整地、施肥(尿素 20 kg/667 $m^2$、磷酸二铵 15 kg/667 $m^2$)后播种胡麻,播量 5 kg/667 $m^2$。施药前人工拔除其他杂草,保持小区内杂草仅为野艾蒿,待胡麻株高约 5 cm 时施药,用水量为 45 kg/667 $m^2$。药剂施用量配制采用二次稀释法,即用小烧杯将药剂完全溶解并充分搅拌后定容,施药时以小区为单位吸取所需体积。施药当天、施药后 1 d,以后每隔 3 d 系统观察胡麻药害症状(包括植株萎蔫、枯死、生长发育迟缓,胡麻叶片畸形、发黄、出现斑点等)。施药后 45 d 全小区取样进行防效调查,计算各药剂对野艾蒿的株防效和地上部、地下部鲜重防效。胡麻成熟后从试验小区中分别随机选取 30 株测定植株的株高、有效分茎数、蒴果数、果粒数,计算其 3 次重复的平均值。将小区内胡麻全株收获后晒干称取胡麻生物产量,计算 3 次重复小区的平均生物产量并折算成单位面积生物产量。胡麻收获后将 3 次重复小区的胡麻分别脱粒,将经过干燥和清选获得的籽粒称重,计算小区的平均产量并折算成单位面积籽粒产量。种子晒干后取样测定 3

次重复的千粒重并计算平均值。

防治效果＝(CK－$PT$)/CK×100%，其中 CK 为空白对照区杂草株数(或鲜重)；$PT$ 为处理区杂草株数(或鲜重)。

使用 Excel 2007 进行数据处理，并采用 DPS 7.05 统计软件进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同除草剂处理后胡麻的药害症状

如表 2 所示，不同除草剂处理后胡麻在不同时期表现出不同的药害症状。20%敌草快 AS 3 000 mL/hm² 处理 1 d 后胡麻就出现严重的药害；20%氯氟吡氧乙酸 EC 750 mL/hm²、70.5% 2 甲·唑草酮 WG 750 g/hm²、90% 2 甲·草甘膦 SP 1 500 g/hm² 处理 12 d 后胡麻株高明显低于对照，且后期恢复缓慢。82%草甘膦异丙胺盐 AS 4 500 mL/hm² 处理 30 d 后胡麻植株停止生长。75%二氯吡啶酸 SG 80 g/hm²、48%灭草松 AS 3 000 mL/hm²、75%二氯吡啶酸 SG 80 g/hm²＋90%莠去津 WG 1 050 g/hm²、75%二氯吡啶酸 SG 80 g/hm²＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 1 050 g/hm² 处理未对胡麻产生药害。

**表 2 不同除草剂处理后胡麻的药害症状**

**Table 2 Phytotoxicity symptoms of flax after treatment with different herbicides**

| 处理<br>Treatments | 药害症状<br>Phytotoxicity symptoms |
|---|---|
| 20%氯氟吡氧乙酸 EC 750 mL/hm²<br>fluroxypyr 20% EC 750 mL/hm² | 前期植株正常，施药 12 d 后植株表现低矮，叶片边缘干枯，施药 30 d 后叶片呈黄色，零星植株枯死 |
| 70.5% 2 甲·唑草酮 WG 750 g/hm²<br>MCPA·carfentrazone-ethyl 70.5% WG 750 g/hm² | 前期植株正常，施药 12 d 后植株表现低矮，顶部叶片大部分干枯，施药 30 d 后植株高度参差不齐 |
| 90% 2 甲·草甘膦 SP 1 500 g/hm²<br>MCPA·glyphosate 90% SP 1 500 g/hm² | 前期植株正常，施药 12 d 后植株表现低矮，顶部叶片大部分干枯，部分叶片呈黄色或深紫色，施药 30 d 后少量植株枯死 |
| 75%二氯吡啶酸 SG 80 g/hm²<br>clopyralid 75% SG 80 g/hm² | 无症状 |
| 75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG 80 g/hm²＋1 050 g/hm²<br>clopyralid 75% SG＋ atrazine 90% WG 80 g/hm²＋1 050 g/hm² | 无症状 |
| 20%敌草快 AS 3 000 mL/hm²<br>diguat 20% AS 3 000 mL/hm² | 施药 1 d 后叶片呈深绿色，部分叶片干枯，施药 12 d 后植株大部分枯死，成熟期推迟 10 d 左右 |
| 75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 80 g/hm²＋1 050 g/hm²<br>clopyralid 75% SG＋ MCPA-Na 56% SP 80 g/hm²＋1 050 g/hm² | 无症状 |
| 82%草甘膦异丙胺盐 AS 4 500 mL/hm²<br>glyphosate-isopropylammonium 82% AS 4 500 mL/hm² | 前期植株正常，施药 12 d 后植株部分枯死，叶片呈浅黄色，施药 30 d 后植株停止生长 |
| 48%灭草松 AS 3 000 mL/hm²<br>bentazone 48% AS 3 000 mL/hm² | 无症状 |

### 2.2 不同除草剂处理对野艾蒿的防除效果

表 3 表明，从株防效来看，药后 45 d，75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP(97.46%)、75%二氯吡啶酸 SG(94.04%)和 75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG(93.24%)的防效最好，显著高于其他药剂；70.5% 2 甲·唑草酮 WG 的株防效最低，仅为 3.5%。

从地上部鲜重防效来看，75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 处理(96.77%)、75%二氯吡啶酸 SG 处理(95.90%)和 75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG(94.69%)处理的防效较高，三者没有显著差异，但显著高于 20%氯氟吡氧乙酸 EC(89.40%)、82%草甘膦异丙胺盐 AS(86.46%)、48%灭草松 AS(54.32%)、70.5% 2 甲·唑草酮 WG(29.49%)和 20%敌草快 AS(2.08%)的地上部鲜重防效；90% 2 甲·草甘膦 SP(91.03%)处理与 75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG、82%草甘膦异丙胺盐 AS 和 20%氯氟吡氧乙酸 EC 没有显著差异，但低于 75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 和 75%二氯吡啶酸 SG。

从地下部鲜重防效来看，75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 混配处理对野艾蒿地下部鲜重防效最高，为 96.4%，与 75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG 混配处理的差异不显著，但显著高于其他药剂；75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG、75%二氯吡啶酸 SG、82%草甘膦异丙胺盐 AS、20%氯氟吡氧乙酸 EC、90% 2 甲·草甘膦 SP 对野艾蒿地下部鲜重防效没有显著差异，但显著高于 48%灭草松 AS、70.5% 2 甲·唑草酮 WG 和20%敌草快 AS；70.5% 2 甲·唑草酮 WG 和20%敌草快 AS 对野艾蒿地下部鲜重防效低于 5%。

**表 3　不同除草剂处理对野艾蒿的防除效果[1)]**

**Table 3　Control effect of different herbicides on *Artemisia lavandulaefolia***

| 处理<br>Treatment | 株数/株<br>Number of plants | 地上部鲜重/g<br>Fresh weight of upperground part | 地下部鲜重/g<br>Fresh weight of underground part | 株防效/%<br>Plant control effect | 地上部鲜重防效/%<br>Fresh weight control effect of upperground part | 地下部鲜重防效/%<br>Fresh weight control effect of underground part |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20%氯氟吡氧乙酸 EC　750 mL/hm²　fluroxypyr 20% EC　750 mL/hm² | (80.33±7.77)eC | (61.13±1.72)dDE | (56.22±2.49)cCD | 80.84 | 89.40 | 86.17 |
| 70.5% 2 甲·唑草酮 WG　750 g/hm²<br>MCPA·carfentrazone-ethyl 70.5% WG　750 g/hm² | (404.67±5.03)abA | (406.47±25.40)bB | (397.82±9.61)aA | 3.50 | 29.49 | 2.16 |
| 90% 2 甲·草甘膦 SP　1 500 g/hm²　MCPA·glyphosate 90% SP　1 500 g/hm² | (111.67±6.66)dC | (51.70±5.55)deDEF | (65.75±7.45)cC | 73.37 | 91.03 | 83.83 |
| 75%二氯吡啶酸 SG　80 g/hm²　clopyralid 75% SG　80 g/hm² | (25.00±2.65)fD | (23.66±3.78)fEF | (40.12±2.85)cdCDE | 94.04 | 95.90 | 90.13 |
| 75%二氯吡啶酸 SG+90%莠去津 WG　80 g/hm²+1 050 g/hm²<br>clopyralid 75% SG+ atrazine 90% WG　80 g/hm²+1 050 g/hm² | (28.33±1.53)fD | (30.61±0.95)efEF | (27.64±3.26)deDE | 93.24 | 94.69 | 93.20 |
| 20%敌草快 AS　3 000 mL/hm²　diguat 20% AS　3 000 mL/hm² | (391.33±18.58)bA | (564.50±8.00)aA | (400.65±5.15)aA | 6.68 | 2.08 | 1.46 |
| 75%二氯吡啶酸 SG+56% 2 甲 4 氯钠盐 SP　80 g/hm²+1 050 g/hm²<br>clopyralid 75% SG+ MCPA-Na 56% SP　80 g/hm²+1 050 g/hm² | (10.67±2.08)fD | (18.62±2.31)fF | (14.62±1.25)eE | 97.46 | 96.77 | 96.40 |
| 82%草甘膦异丙胺盐 AS　4 500 mL/hm²<br>glyphosate-isopropylammonium 82% AS　4 500 mL/hm² | (104.67±6.66)dC | (78.04±7.16)dD | (44.19±3.26)cdCDE | 75.04 | 86.46 | 89.13 |
| 48%灭草松 AS　3 000 mL/hm²　bentazone 48% AS　3 000 mL/hm² | (252.00±29.51)cB | (263.31±16.25)cC | (161.65±16.28)bB | 39.90 | 54.32 | 60.24 |
| 空白对照 Blank control ($CK_2$) | (419.33±13.61)aA | (576.48±36.58)aA | (406.59±37.95)aA | — | — | — |

1) 表中数据为“平均数±标准差”($n$=3)，不同小、大写字母表示处理间差异显著($P$<0.05)和极显著($P$<0.01)，下同。
The data in the table are mean±standard deviation ($n$=3). Different small letters and capital letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level and extremely significant at 0.01 level. The same below.

**表 4　不同除草剂处理对胡麻主要经济性状的影响**

**Table 4　Effect of different herbicides on the main economic characters of flax**

| 处理<br>Treatment | 株高/cm<br>Plant height | 有效分茎数/个·株$^{-1}$<br>Stem numbers | 蒴果数/个·株$^{-1}$<br>Capsularfruit numbers per plant | 果粒数/粒·果$^{-1}$<br>Seed numbers per capsularfruit | 千粒重/g<br>1 000-seeds weight |
|---|---|---|---|---|---|
| 20%氯氟吡氧乙酸 EC　750 mL/hm²　fluroxypyr 20% EC　750 mL/hm² | (36.81±0.26)dCD | (0.88±0.30)abA | (5.00±0.09)cdeCDE | (5.90±0.36)bB | (6.52±0.52)cdBC |
| 70.5% 2 甲·唑草酮 WG　750 g/hm²<br>MCPA·carfentrazone-ethyl 70.5% WG　750 g/hm² | (39.06±2.20)cdBCD | (0.72±0.30)bAB | (4.80±0.63)deCDE | (7.86±0.29)aA | (6.79±0.08)bcdABC |
| 90% 2 甲·草甘膦 SP　1 500 g/hm²　MCPA·glyphosate 90% SP　1 500 g/hm² | (25.12±4.09)eE | (1.17±0.21)aA | (4.38±0.25)eE | (5.96±0.75)bB | (6.91±0.22)bcABC |
| 75%二氯吡啶酸 SG　80 g/hm²　clopyralid 75% SG　80 g/hm² | (41.83±0.78)bcABC | (0.19±0.14)cBC | (3.26±0.38)fF | (6.42±0.10)bB | (7.05±0.74)abcABC |
| 75%二氯吡啶酸 SG+90%莠去津 WG　80 g/hm²+1 050 g/hm²<br>clopyralid 75% SG+atrazine 90% WG　80 g/hm²+1 050 g/hm² | (44.00±2.94)abAB | (0.14±0.06)cC | (4.52±0.43)eDE | (6.06±0.04)bB | (7.55±0.22)aA |
| 20%敌草快 AS　3 000 mL/hm²　diguat 20% AS　3 000 mL/hm² | (36.02±2.54)dD | (0.72±0.30)bAB | (6.33±0.50)bB | (3.72±0.52)cC | (6.29±0.08)dC |
| 75%二氯吡啶酸 SG+56% 2 甲 4 氯钠盐 SP　80 g/hm²+1 050 g/hm²<br>clopyralid 75% SG+MCPA-Na 56% SP　80 g/hm²+1 050 g/hm² | (43.87±2.78)abAB | (0.17±0.04)cC | (5.50±0.29)cBC | (6.62±0.45)bB | (7.11±0.11)abAB |
| 82%草甘膦异丙胺盐 AS　4 500 mL/hm²<br>glyphosate-isopropylammonium 82% AS　4 500 mL/hm² | (23.02±0.71)eE | (1.06±0.41)abA | (3.39±0.58)fF | (6.32±0.42)bB | (6.69±0.32)bcdBC |
| 48%灭草松 AS　3 000 mL/hm²　bentazone 48% AS　3 000 mL/hm² | (45.33±2.47)abA | (0.10±0.09)cC | (5.39±0.46)cdBCD | (6.40±0.69)bB | (7.17±0.41)abAB |
| 空白对照 Blank control ($CK_2$) | (45.59±0.59)aA | (0.16±0.05)cC | (4.78±0.24)deCDE | (6.19±0.43)bB | (6.91±0.09)bcABC |

### 2.3 不同除草剂处理对胡麻主要经济性状的影响

由表4可知，不同除草剂处理对胡麻的经济性状均有一定影响。20%氯氟吡氧乙酸EC、70.5% 2甲·唑草酮WG、90% 2甲·草甘膦SP、75%二氯吡啶酸SG、20%敌草快AS、82%草甘膦异丙胺盐AS处理后胡麻株高极显著或显著低于对照（$P<0.01$或$P<0.05$），可见，这几种除草剂对胡麻株高具有强烈的抑制作用。20%氯氟吡氧乙酸EC、70.5% 2甲·唑草酮WG、20%敌草快AS、90% 2甲·草甘膦SP和82%草甘膦异丙胺盐AS处理后胡麻有效分茎数极显著高于空白对照（$P<0.01$），并且90% 2甲·草甘膦SP、82%草甘膦异丙胺盐AS处理后胡麻有效分茎数分别达到1.17个/株和1.06个/株，较空白对照分别增加1.01个/株和0.90个/株。由于以上除草剂对胡麻营养生长的强烈抑制作用使得胡麻自身的生殖生长得以加强，所以胡麻的有效分茎数显著高于空白对照。20%氯氟吡氧乙酸EC、70.5% 2甲·唑草酮WG、20%敌草快AS、75%二氯吡啶酸SG+56% 2甲4氯钠盐SP、48%灭草松AS处理后胡麻蒴果数高于空白对照，但除了20%敌草快AS外与对照差异不显著，75%二氯吡啶酸SG处理后胡麻蒴果数最少，仅为3.26个/株。70.5% 2甲·唑草酮WG处理后胡麻果粒数显著高于其他药剂处理，达到7.86粒/果，而20%敌草快AS处理后胡麻果粒数最少，仅为3.72粒/果，其他各药剂处理后胡麻果粒数均无显著差异（$P>0.05$）。20%氯氟吡氧乙酸EC、20%敌草快AS、82%草甘膦异丙胺盐AS处理后胡麻千粒重极显著低于75%二氯吡啶酸SG+90%莠去津WG处理（$P<0.01$）。20%敌草快AS处理后胡麻千粒重最小，为6.29 g，这与该药剂严重抑制胡麻生长、导致胡麻成熟期推迟有关。

### 2.4 不同除草剂处理对胡麻生物产量的影响

作物生物产量受特有土壤和大气环境条件的共同作用，除草剂的施用改变了土壤原有组分并干预土壤生态环境，这种改变和干预常对作物的生物产量产生一定的影响[6-8]。表5表明：48%灭草松AS处理后胡麻折合生物产量为7 271.39 kg/hm$^2$，极显著高于其他处理（$P<0.01$），较人工除草对照增加28.19%，较空白对照增加73.58%；70.5% 2甲·唑草酮WG、75%二氯吡啶酸SG和75%二氯吡啶酸SG+90%莠去津WG混配处理后胡麻折合生物产量分别为5 007.50、5 353.89和4 819.44 kg/hm$^2$，较空白对照分别增加19.53%、27.80%、15.05%，但较人工除草对照分别降低11.72%、5.61%和15.03%。75%二氯吡啶酸SG+56% 2甲4氯钠盐SP混配处理后胡麻折合生物产量为6 018.06 kg/hm$^2$，较人工除草对照和空白对照分别增加6.10%、43.66%，由此可见，施用75%二氯吡啶酸SG+56% 2甲4氯钠盐SP和48%灭草松AS对胡麻生物产量有一定的正效应。

**表5 不同除草剂处理对胡麻生物产量的影响**

**Table 5 Effect of different herbicides on the biological yield of flax**

| 处理 Treatment | 小区生物产量/kg·(12 m$^2$)$^{-1}$ Plot biological yield | 折合生物产量/kg·(hm$^2$)$^{-1}$ Converted biological yield | 较$CK_2$增加百分比/% Compared with $CK_2$ | 较$CK_1$增加百分比/% Compared with $CK_1$ |
|---|---|---|---|---|
| 20%氯氟吡氧乙酸EC 750 mL/hm$^2$<br>fluroxypyr 20% EC 750 mL/hm$^2$ | (3.92±0.14)fE | (3 270.00±118.70)fE | −21.94 | −42.35 |
| 70.5% 2甲·唑草酮WG 750 g/hm$^2$<br>MCPA·carfentrazone-ethyl 70.5% WG 750 g/hm$^2$ | (6.01±0.45)dCD | (5 007.50±371.79)dCD | 19.53 | −11.72 |
| 90% 2甲·草甘膦SP 1 500 g/hm$^2$<br>MCPA·glyphosate 90% SP 1 500 g/hm$^2$ | (2.71±0.15)gF | (2 257.22±124.39)gF | −46.12 | −60.21 |
| 75%二氯吡啶酸SG 80 g/hm$^2$<br>clopyralid 75% SG 80 g/hm$^2$ | (6.42±0.37)cdBC | (5 353.89±308.01)cdBC | 27.80 | −5.61 |
| 75%二氯吡啶酸SG+90%莠去津WG 80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$<br>clopyralid 75% SG+ atrazine 90% WG 80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$ | (5.78±0.34)deCD | (4 819.44±282.01)deCD | 15.05 | −15.03 |
| 20%敌草快AS 3 000 mL/hm$^2$<br>diguat 20% AS 3 000 mL/hm$^2$ | (2.38±0.20)gF | (1 983.89±170.14)gF | −52.64 | −65.02 |
| 75%二氯吡啶酸SG+56% 2甲4氯钠盐SP 80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$<br>clopyralid 75% SG+MCPA-Na 56% SP 80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$ | (7.22±0.73)bB | (6 018.06±605.35)bB | 43.66 | 6.10 |
| 82%草甘膦异丙胺盐AS 4 500 mL/hm$^2$<br>glyphosate-isopropylammonium 82% AS 4 500 mL/hm$^2$ | (1.22±0.35)hG | (1 019.72±293.13)hG | −75.66 | −82.02 |
| 48%灭草松AS 3 000 mL/hm$^2$<br>bentazone 48% AS 3 000 mL/hm$^2$ | (8.73±1.03)aA | (7 271.39±859.51)aA | 73.58 | 28.19 |
| 人工除草对照 Manual weeding($CK_1$) | (6.81±0.48)bcBC | (5 672.22±397.51)bcBC | 35.40 | — |
| 空白对照 Blank control($CK_2$) | (5.03±0.19)eD | (4 189.17±159.41)eD | — | −26.15 |

### 2.5　不同除草剂处理对胡麻籽粒产量的影响

表 6 表明,参试除草剂对胡麻产量均有一定的影响,减产程度在不同药剂间存在显著差异($P<0.05$)。由于 20%氯氟吡氧乙酸 EC、90% 2 甲·草甘膦 SP、20%敌草快 AS、82%草甘膦异丙胺盐 AS 处理对胡麻株高、蒴果数、果粒数等经济性状产生了较大的负面影响,从而引起胡麻大幅减产,胡麻籽粒产量较空白对照降低 40.20%～84.85%。48%灭草松 AS 处理后胡麻籽粒产量达到 1 243.84 kg/hm$^2$,极显著高于其他药剂处理($P<0.01$),较空白对照增加了 61.27%,该药剂对胡麻生长发育无影响,并较人工除草对照增加了 8.57%。除 48%灭草松 AS 外,其他供试药剂处理后胡麻籽粒产量较人工除草对照均出现不同程度降低,其中 82%草甘膦异丙胺盐 AS 处理后胡麻籽粒产量较人工除草对照减产 89.80%,减产幅度最大,75%二氯吡啶酸 SG+56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 处理后胡麻籽粒产量较人工除草对照减产 8.05%,减产幅度最小。

**表 6　不同除草剂处理对胡麻籽粒产量的影响**

**Table 6　Effect of different herbicides on the yield of flax**

| 处理 Treatment | 小区产量/kg·(12 m$^2$)$^{-1}$ Plot yield | 折合产量/kg·(hm$^2$)$^{-1}$ Converted yield | 较 $CK_2$ 增加百分比/% Compared with $CK_2$ | 较 $CK_1$ 增加百分比/% Compared with $CK_1$ |
|---|---|---|---|---|
| 20%氯氟吡氧乙酸 EC　750 mL/hm$^2$<br>fluroxypyr 20% EC　750 mL/hm$^2$ | (0.55±0.03)fE | (461.21±25.82)fE | −40.20 | −59.74 |
| 70.5% 2 甲·唑草酮 WG　750 g/hm$^2$<br>MCPA·carfentrazone-ethyl 70.5% WG　750 g/hm$^2$ | (1.11±0.04)dC | (927.23±30.98)dC | 20.22 | −19.07 |
| 90% 2 甲·草甘膦 SP　1 500 g/hm$^2$<br>MCPA·glyphosate 90% SP　1 500 g/hm$^2$ | (0.35±0.03)gF | (290.33±21.24)gF | −62.36 | −74.66 |
| 75%二氯吡啶酸 SG　80 g/hm$^2$<br>clopyralid 75% SG　80 g/hm$^2$ | (1.12±0.04)dC | (932.16±35.07)dC | 20.86 | −18.64 |
| 75%二氯吡啶酸 SG+90%莠去津 WG　80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$<br>clopyralid 75% SG+ atrazine 90% WG　80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$ | (0.96±0.06)eD | (803.21±44.38)eD | 4.14 | −29.89 |
| 20%敌草快 AS　3 000 mL/hm$^2$<br>diguat 20% AS　3 000 mL/hm$^2$ | (0.21±0.00)hG | (176.10±1.57)hG | −77.17 | −84.63 |
| 75%二氯吡啶酸 SG+56% 2 甲 4 氯钠盐 SP　80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$<br>clopyralid 75% SG+ MCPA-Na 56% SP　80 g/hm$^2$+1 050 g/hm$^2$ | (1.26±0.09)cB | (1 053.48±73.87)cB | 36.59 | −8.05 |
| 82%草甘膦异丙胺盐 AS　4 500 mL/hm$^2$<br>glyphosate-isopropylammonium 82% AS　4 500 mL/hm$^2$ | (0.14±0.01)hG | (116.87±8.21)hG | −84.85 | −89.80 |
| 48%灭草松 AS　3 000 mL/hm$^2$<br>bentazone 48% AS　3 000 mL/hm$^2$ | (1.49±0.05)aA | (1 243.84±37.61)aA | 61.27 | 8.57 |
| 人工除草对照 Manual weeding($CK_1$) | (1.37±0.09)bAB | (1 145.68±70.20)bAB | 48.54 | — |
| 空白对照 Blank control($CK_2$) | (0.93±0.08)eD | (771.30±64.36)eD | — | −32.68 |

## 3　结论与讨论

化学除草是当前农作物田间杂草防除中最常用的方法,其原理是化学药剂引起杂草生理异常导致其死亡,以达到杀死杂草的目的[9]。本研究结果表明,90% 2 甲·草甘膦 SP、82%草甘膦异丙胺盐 AS 对胡麻的经济性状影响不大,且对靶标杂草野艾蒿的株防效、地上部、地下部鲜重防效均较高,但由于其严重抑制胡麻生长,引起胡麻植株部分枯死并延迟成熟期,导致胡麻生物产量和籽粒产量大幅下降。20%氯氟吡氧乙酸 EC 对野艾蒿的株防效、地上部、地下部鲜重防效均达到 80%以上,然而该药剂对胡麻产生药害,致使胡麻经济性状指标值低于其他处理,造成胡麻严重减产。70.5% 2 甲·唑草酮 WG 对胡麻仅产生轻微药害,尽管该药剂对胡麻生物产量和籽粒产量并无影响,但其对野艾蒿的株防效、地上部、地下部鲜重防效均显著低于其他药剂处理。20%敌草快 AS 对胡麻产生严重药害,且对野艾蒿防效甚微,导致胡麻严重减产。因此,上述 5 种除草剂对胡麻的安全性低于其他药剂,不宜应用于胡麻田野艾蒿的防治。75%二氯吡啶酸 SG、75%二氯吡啶酸 SG+90%莠去津 WG 混配、75%二氯吡啶酸 SG+56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 混配、48%灭草松 AS 未对胡麻产生药害,对野艾蒿的株防效、地上部、地下部鲜重防效、胡麻经济性状、生物产量以及籽粒产量之间存在差异,其中 75%二氯吡啶酸 SG、75%二氯吡啶酸 SG+90%莠去津 WG 混配、75%二氯吡啶酸 SG+56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 混配对野艾蒿的防效均在 90%以上,48%灭草松 AS 对野艾蒿的株防效、

(下转 237 页)

稳定性的评价提供了理论依据。

毒力是衡量生防微生物菌种或菌株应用潜力的重要指标，也是筛选优良生防菌株的基本依据。在相同孢子浓度和相同的温、湿度条件下，筛选获得的耐热性不同的玫烟色棒束孢菌株对麦长管蚜均有一定的致病力，不同耐热性菌株侵染致病效果不同且差异明显。耐热性较强的玫烟色棒束孢 IF-904 菌株在较高浓度（$1\times10^7$ 个/mL）时和较低浓度（$1\times10^6$ 个/mL）时，均表现出一定的致病力，且累积校正死亡率随着孢子浓度的增加而升高。这与黄建华等[15]研究玫烟色棒束孢对小菜蛾致病力的研究结果相似。表明玫烟色棒束孢 IF-904 菌株是一株很有应用潜力的生防菌株。

## 参考文献


[1] FENG M G, POPRAWSKI T J, KHACHATOURIANS G G. Production, formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: current status [J]. Biocontrol Science and Technology, 1994, 4(1): 3-34.

[2] TANADA Y, KAYA H K. Insect pathology [M]. New York: Academic Press, 1993: 569.

[3] MCCLATCHIE G V, MOORE D, BATEMAN R P, et al. Effect of temperature on the viability of the conidia of *Metarhizium flavoviride* in oil formulations [J]. Mycological Research, 1994, 98(7): 749-756.

[4] 李娟，吴圣勇，王晓青，等. 防治西花蓟马的球孢白僵菌菌株筛选及耐热性测定[J]. 中国生物防治学报，2015，31(6)：845-852.

[5] 俞佳，冯明光. 基于分生孢子热胁迫反应的球孢白僵菌耐热菌株筛选[J]. 菌物学报，2006，25(2)：278-283.

[6] 蒲蛰龙，李增智. 昆虫病原真菌学[M]. 合肥：安徽科学技术出版社，1996.

[7] 张仙红，李文英，贺运春. 影响虫生真菌玫烟色拟青霉孢子萌发的因素探析[J]. 中国农学通报，2007，23(7)：478-481.

[8] 田晶，李雅，刁红亮，等. 环境因子对玫烟色棒束孢 IF-1106 菌株孢子萌发的影响[J]. 天津农业科学，2016，22(4)：8-12.

[9] 张伟，吕利华，何余容，等. 玫烟色棒束孢与短期 35℃高温对小菜蛾 3 龄幼虫的联合作用[J]. 环境昆虫学报，2013，35(2)：182-189.

[10] 王成树，王四宝，樊美珍，等. 球孢白僵菌菌株耐热力与贮藏稳定性的关系[J]. 中国生物防治，1999，15(4)：162-165.

[11] 冯明光，应盛华. 不同含水量和温度下贮存中球孢白僵菌分生孢子活力与内贮营养的衰变[J]. 应用生态学报，2002，13(4)：439-443.

[12] HALLSWORTH J E, MAGAN N. Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces farinosus* [J]. Journal of Invertebrate Pathology, 1999, 74: 261-266.

[13] INGLIS G D, JOHNSON D L, GOETTEL M S. Effects of temperature and sunlight on mycosis of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Sympodulosporae) of grasshoppers under field conditions [J]. Environmental Entomology, 1997, 26: 400-409.

[14] LORD J C. Low humidity, moderate temperature and desiccant dust favor efficacy of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) for the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bruchidae) [J]. Biological Control, 2005, 34: 180-186.

[15] 黄建华，罗任华，秦文婧，等. 玫烟色棒束孢对小菜蛾的致病力[J]. 江西农业学报，2012，24(10)：62-64.


（责任编辑：杨明丽）

（上接 211 页）

地上部、地下部鲜重防效分别为 39.90%、54.32%、60.24%，但其处理后胡麻生物产量和籽粒产量均最高，这主要是由于灭草松对靶标杂草野艾蒿营养生长的强烈抑制作用导致野艾蒿植株低矮，在与胡麻的生长竞争中处于劣势，将野艾蒿的危害控制在胡麻受害阈值以下所致。因此，对各除草剂处理后胡麻的药害、经济性状、生物产量以及籽粒产量并结合除草剂对野艾蒿的防除效果进行综合分析，胡麻田恶性杂草野艾蒿防除除草剂选择适宜度依次为：75%二氯吡啶酸 SG＋56% 2 甲 4 氯钠盐 SP 混配＞75%二氯吡啶酸 SG＞48%灭草松 AS＞75%二氯吡啶酸 SG＋90%莠去津 WG 混配。

## 参考文献


[1] 邢福，杨允菲. 松嫩平原野艾蒿无性系种群根茎的年龄结构分析[J]. 草业学报，2004，13(1)：21-25.

[2] 李璞，龚庆维，李联芳，等. 草甘膦、百草敌对野艾蒿地下根茎杀伤力的研究[J]. 杂草科学，1989(4)：9-11.

[3] 祁旭升，王兴荣，许军，等. 胡麻种质资源成株期抗旱性评价[J]. 中国农业科学，2010，43(15)：3076-3087.

[4] 赵利，党占海，张建平，等. 不同类型胡麻品种资源品质特性及其相关性研究[J]. 干旱地区农业研究，2008，26(5)：6-9.

[5] 王士强，胡银岗，佘奎军，等. 小麦抗旱相关农艺性状和生理生化性状的灰色关联度分析[J]. 中国农业科学，2007，40(11)：2452-2459.

[6] 汤树德，李汉昌，石晶波. 化学除草剂对土壤中微生物生态和物质转化过程的影响[J]. 土壤学报 1984，21(1)：95-104.

[7] 刘惠君，詹秀明，刘维屏. 四种酰胺类除草剂对土壤酶活性的影响[J]. 中国环境科学，2005，25(5)：611-614.

[8] 张爱云，蔡道基. 除草剂对土壤微生物活性、土壤氨化作用和硝化作用的影响[J]. 农村生态环境，1990(3)：62-65.

[9] 吴文君，高希武. 生物农药及其应用[M]. 北京：化学工业出版社，2004：73-153.


（责任编辑：杨明丽）