

# 不同农艺措施对燕麦田杂草防除效果的影响

黄苗苗<sup>1,2</sup>, 马祥<sup>1,3</sup>, 贾志锋<sup>1,3</sup>, 黄新荣<sup>1,2</sup>, 张玉清<sup>1,2</sup>, 章海龙<sup>4</sup>, 琚泽亮<sup>1,3\*</sup>

(1. 青海大学, 青海 西宁 810016; 2. 国家农作物种质资源复份库, 青海 西宁 810016; 3. 青海省青藏高原优良牧草种质资源利用重点实验室, 青海 西宁 810016; 4. 青海省三江集团有限责任公司, 青海 西宁 810003)

**摘要:**【目的】探究不同农艺措施及化学除草剂对燕麦种子田的杂草防除效果, 为青藏高原燕麦种子主产区田间杂草管理提供理论和技术支持。【方法】设置晚播(T1)、高密度(T2)、田普除草剂(T3)、立清除草剂(T4)处理, 以不除草(CK1)和人工除草(CK2)为对照, 测定农艺措施及化学除草剂处理下的杂草防效及燕麦产量, 计算产值。【结果】湟中县燕麦种子田杂草危害级别高达4级, 杂草种类以芥菜、灰绿藜、刺儿菜、密花香薷、节裂角茴香、苦苣菜、猪殃殃和田旋花等为主, 其中芥菜的危害最为严重。不同农艺措施及化学除草剂均有一定的杂草防治效果, 且对不同杂草的防除效果也有差异, 以人工除草和田普除草剂处理的效果最佳, 株防效和鲜重防效显著( $P < 0.05$ )高于其他处理, 均在85%以上。田普除草剂处理的经济效益最高, 达8472元/hm<sup>2</sup>, 是不除草处理的3.4倍。【结论】在湟中地区的燕麦种子生产田, 推荐施用3000 mL/hm<sup>2</sup>的田普除草剂进行杂草防除。

**关键词:** 燕麦; 农艺措施; 除草剂; 防效; 产量

中图分类号: S544.9 文献标志码: A 文章编号: 1009-5500(2025)01-0196-09

DOI: 10.13817/j.cnki.cycp.2025.01.023



燕麦是禾本科一年生粮饲兼用作物, 有皮燕麦(*Avena sativa*)为带稃型、裸燕麦(*A. nuda*)为裸粒型之分<sup>[1]</sup>。随着我国经济社会发展, 人们对健康的关注日益增加, 对燕麦等全谷物食物的了解也日益加深, 加之当前草牧业快速发展、大食物观逐渐树立的形势下, 我国燕麦种植规模正在逐步扩大, 尤其在青藏高原及周边地区<sup>[2-3]</sup>。青藏高原冷凉气候非常适宜燕麦生长, 且燕麦具有易种植栽培、抗逆性强、产量高、品质优等优点<sup>[2]</sup>, 是青海省种植面积最大的人工饲草, 种植面积稳定在 $16.00 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>左右<sup>[4]</sup>。同时, 青海湟

中燕麦也是全国农产品地理标志, 是生产燕麦制品及燕麦片的理想原料。这些原因均使得燕麦种子的需求日益增加<sup>[5-7]</sup>。

植物病、虫、草害是导致作物产量下降和品质降低的主要因素。青藏高原气候冷凉, 病、虫害较少发生, 田间杂草是目前制约当地燕麦高产的一个重要因子。田间杂草通过与燕麦竞争光、水分、空间、营养等影响其生长与生产, 严重的草害可致燕麦减产50%以上<sup>[8-9]</sup>。有的杂草还会产生抑制物质, 其内含物(生物碱、糖苷类、植物毒蛋白、有机酸等)可间接导致农产品质量降低<sup>[10]</sup>。一些杂草的种子有芒或毒素, 掺杂在作物中, 还会影响田间机械化和后续产品深加工作业, 极大的提高了生产成本。Leroux等<sup>[11]</sup>发现苜蓿(*Medicago sativa*)的粗蛋白、中性洗涤纤维等的含量与杂草有着密切的关系。杂草数量的增加会使苜蓿粗蛋白含量降低, 粗纤维含量上升, 严重影响苜蓿的饲用价值和经济价值。因此, 作物田间杂草的控制越来越受到人们的关注。前人对玉米(*Zea mays*)、小麦

收稿日期: 2024-02-21; 修回日期: 2024-03-29

基金资助: 青海省科技厅基础研究计划自然科学基金青年基金项目(2022-ZJ-976Q); 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-07-G14)

作者简介: 黄苗苗(1989-), 女, 陕西榆林人, 助理研究员。

E-mail: hmm0325@126.com

\*通信作者, 研究方向为牧草育种与栽培。

E-mail: juzliang@126.com

(*Triticum aestivum*)、水稻(*Oryza sativa*)等作物田间杂草的调查、发生、演替规律以及防控措施等开展了大量研究,而针对燕麦田的杂草发生研究较少<sup>[10]</sup>。

生产中杂草防除常根据优势杂草种类及其发生规律,结合作物特性、气候条件等选择最佳的防治措施,包括生态防治、生物防治、物理防治、化学防治和综合防控等<sup>[12]</sup>。农艺措施控草是生态控草的重要研究内容,其核心是通过适宜的农艺措施使作物生长旺盛,进而达到控草增产的目的。适宜的播期、播量对种子产量均具有显著的影响<sup>[13-14]</sup>。刘卫东等<sup>[15]</sup>发现播期对露地胡麻田间杂草发生程度影响显著,播期越迟杂草发生越轻。刘胜男等<sup>[16]</sup>研究表明,适当提高玉米的种植密度既可以降低田间杂草的生物量,又可以增加玉米产量。侯红乾等<sup>[17]</sup>对冬小麦田杂草发生的研究结果也类似,适当增加冬小麦种植密度,可在一定程度上控制杂草发生,低密度播种的杂草生物量比正常密度播种的杂草生物量高82.9%。化学除草仍是目前主要的农田杂草防控措施<sup>[18]</sup>。众多研究<sup>[18-19]</sup>表明,不同地区适用的最佳除草剂种类不同,同一除草剂在不同地区的最佳施用浓度也不同。燕麦田除草多沿用小麦田的除草方法,而燕麦与小麦的种植地区以及对除草剂的敏感性等方面的差异使得除草效果很不稳定,给燕麦生产带来了一定的困难。对燕麦

田除草的研究多集中在燕麦田除草剂的筛选方面,如崔荟萍<sup>[20]</sup>、宋旭东<sup>[18]</sup>、冷廷瑞等<sup>[21]</sup>、刘敏等<sup>[6]</sup>在吉林、内蒙、甘肃均对除草剂种类在燕麦田间的药效做过相关研究,发现对禾本科杂草防效较好的除草剂主要有扑草净、田普、威马、氰氟草酯;对阔叶杂草防效较好的主要有田普、巨星、立清等。

前人对燕麦田杂草防除措施进行了一定的研究,包括不同农艺措施和化学除草剂的应用等,其杂草防除效果因种植区的气候、土壤和杂草种类等的不同而差异显著。因此,必须因地制宜地筛选适宜的农艺措施和除草剂种类。本研究根据对湟中地区燕麦种子田杂草种类的调查,结合前人研究结果,分析不同农艺措施及除草剂对燕麦种子田的杂草防除效果,并结合秸秆及种子产量,以期为青藏高原燕麦种子主产区田间杂草管理提供理论和技术支持。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地点

试验在国家燕麦荞麦产业技术体系海东综合试验站进行,试验站位于青海省西宁市湟中区土门关乡加汝尔村(101°41'30" E, 36°26'51" N),海拔2 650 m,年平均气温5.3℃,年均降水量490 mm,气候寒冷潮湿,无绝对无霜期。试验地前茬为荞麦(*Fagopyrum esculentum*)。试验地0~20 cm土壤养分如表1所示。

表1 试验地基础养分含量

Table 1 Basic nutrient content of experimental plot

全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> )	全磷/ (g·kg <sup>-1</sup> )	碱解氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	pH值	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )
2.20	24.43	121	8.18	34.39	27.60	290

### 1.2 试验材料

供试材料为青海甜燕麦,种子由青海大学畜牧兽医科学院提供。供试除草剂性质及用量见表2。

### 1.3 试验设计

试验共设6个处理,分别为晚播处理(T1)、高密度处理(T2)、田普除草剂处理(T3)、立清除草剂处理(T4),并设置不除草(CK1)和人工除草(CK2)两个对

表2 供试除草剂

Table 2 Herbicides for test

施药类型	除草剂名称	商品名	有效成分含量/ (g·L <sup>-1</sup> )	剂型	产品来源
播后苗前土壤处理	二甲戊灵	田普	450	微胶囊剂	巴斯夫股份公司
苗期茎叶处理	2·甲溴苯腈	立清	400	乳油	安道麦辉丰(江苏)有限公司

照,每个处理3次重复,随机区组排列。小区之间设隔离带,带宽1.0 m,小区面积 $15\text{ m}\times 15\text{ m}=225\text{ m}^2$ 。T1处理燕麦于2023年5月4日播种,其他处理均于2023年4月26日播种;T2处理播量为 $300\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,其他处理均为 $225\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。燕麦播种方式为条播,行距25 cm,播种前所有小区均以 $45\text{ kg}/\text{hm}^2$ 过磷酸钙(有效 $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量为14%)作为基肥在种植时一次施入。种植前进行了深耕灭茬、耙耱碎土、平整和镇压紧实等作业。田普为播后苗前除草剂,用药量为 $3\ 000\text{ mL}/\text{hm}^2$ ,用水量为 $900\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,在播后1 d内喷施地表。立清为茎叶处理除草剂,用药量为 $1\ 500\text{ mL}/\text{hm}^2$ ,用水量为 $450\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,在燕麦3—5叶

期施药,喷药前查看试验点前后7 d左右的天气状况,在晴朗无风的天气用YS-16 C型背负式手动喷雾器进行叶面喷雾。人工除草处理将整个小区内杂草手动拔除,分别在分蘖期和孕穗期进行人工除草。均无灌溉,后期保持其他田间管理一致。

#### 1.4 调查内容与方法

1.4.1 田间杂草调查 于燕麦分蘖期采用样方法进行田间杂草调查,样方大小 $0.5\text{ m}\times 0.5\text{ m}$ ,在未除草的小区进行杂草调查,每小区沿对角线调查样方15个,共计45个,分别记录杂草的种类、株数、高度、盖度(针刺法),计算杂草的密度、盖度、相对高度、相对盖度及相对多度,并按上海农业科学院分级方法分级(表3),确定杂草的危害程度<sup>[22-23]</sup>。

表3 农田杂草危害五级分级

Table 3 Five scales of farmland weed damage

危害程度	相对高度/%	相对盖度/%	相对多度/%
5级 (严重危害)	100以上	30~50	
	50~100	50以上	
4级 (较严重危害)	100以上	10~30	
	50~100	30~50	
	50以下	50以上	
3级 (中等危害)	100以上	5~10	
	50~100	10~30	50~100
	50以下	30~50	
2级 (轻度危害)	50以下	5以下	
	100以上	3~5	
	50~100	5~10	25~50
1级 (有时不造成危害)	50以下	10~30	
	50以下	5以下	
	100以上	3以下	25以下
	50~100	5以下	
	50以下	10以下	

注:有地下根茎或地上匍匐茎的,危害级别升1级<sup>[22]</sup>。

密度(株/ $\text{m}^2$ ), $D=\text{样方中某种杂草株数}/\text{样方面积}$

相对高度(%), $\text{RH}=(\text{田间某种杂草的平均高度}/\text{燕麦平均高度})\times 100\%$

盖度(%), $C=\text{样方内每种杂草与针接触的总次数}(\text{减去有重叠的})/\text{针刺总数}\times 100\%$

相对盖度(%), $\text{RC}=(\text{针刺某种杂草的平均点数}/\text{针刺全部种的平均点数之和})\times 100\%$

多度(株), $A=\text{样方中杂草的株数}$

相对多度(%), $\text{RA}=(\text{某种杂草的多度}/\text{所有杂$

草的多度之和) $\times 100\%$

1.4.2 杂草防除效果调查 于燕麦开花期进行杂草防除效果调查,样方大小为 $0.5\text{ m}\times 0.5\text{ m}$ ,每小区沿对角线5点取样调查杂草株数,记录每种杂草株数和鲜重(地上部分鲜重),并计算不同农艺措施及化学除草剂处理的株防效和鲜重防效。

株防效 $=(\text{对照区株数}-\text{处理区株数})/\text{对照区株数}\times 100\%$

鲜重防效 $=(\text{对照区鲜重}-\text{处理区鲜重})/\text{对照区鲜重}\times 100\%$

1.4.3 燕麦种子及秸秆产量测定 株高的测定:成熟期刈割前每小区随机测量10株燕麦的高度,取平均值。

种子及秸秆产量测定:成熟期在试验小区内随机取样3处,每处取样1 m<sup>2</sup>(5行),留茬5 cm刈割,除去杂草,脱粒后测定种子重量和秸秆鲜重。然后从秸秆中取样300 g,自然风干后,测定秸秆产量。

1.4.4 经济效益分析 经济效益计算:净收益=总收入-总支出、总收入=种子收入+秸秆收入、总支出=肥料成本+种子成本+人工机械+除草剂成本。

### 1.5 数据处理及分析

利用Excel 2016进行数据录入、初步整理和作图,用SPSS 17.0对不同处理的杂草防除效果、燕麦株高、

种子及秸秆产量、净收益数据进行单因子方差分析,结合Duncan法进行多重比较( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 燕麦种子田杂草种类

燕麦田常见杂草有24种,隶属于16个科,以菊科为最多,占20.83%;蓼科3种,藜科和十字花科各2种;旋花科、茜草科、牻牛儿苗科、罂粟科、大戟科、紫草科、石竹科、伞形科、木贼科、唇形科、蔷薇科和豆科各1种(表4)。

从生活型分类可以看出,一年生、二年生及一年或越年生杂草共14种,占杂草种类总数的58.33%,多年生杂草10种,占杂草种类总数的41.67%。

表4 燕麦田杂草种类  
Table 4 Weed species in oat field

科名	属名	种名	学名	生活型
菊科 Compositae	菊属	刺儿菜	<i>Cirsium setosum</i>	多年生
		大菊	<i>Cirsium japonicum</i>	多年生
	苦苣菜属	苦苣菜	<i>Ixeris denticulate</i>	多年生
	毛茛菜属	毛茛菜	<i>Picris hieracioides</i>	二年生
	蒲公英属	蒲公英	<i>Tararacum mongolicum</i>	多年生
蓼科 Polygonaceae	蓼属	篇蓄	<i>Polygonum aviculare</i>	一年生
		珠芽蓼	<i>Polygonum viviparum</i>	多年生
	何首乌属	卷茎蓼	<i>Fallopia convolvulus</i>	一年生
藜科 Chenopodiaceae	藜属	灰绿藜	<i>Chenopodium glaucum</i>	一年生
		菊叶香藜	<i>Chenopodium foetidum</i>	一年生
十字花科 Cruciferae	芥菜属	芥菜	<i>Capsella bursapastoris</i>	一年生或越年生
	芸苔属	油菜	<i>Brassica campestris</i>	一年生
旋花科 Convolvulaceae	旋花属	田旋花	<i>Convolvulus arvensis</i>	多年生
茜草科 Rubiaceae	拉拉藤属	猪殃殃	<i>Galium aparine</i> var. <i>tenerum</i>	一年生或越年生
牻牛儿苗科 Geraniaceae	老鹳草属	老鹳草	<i>Geranium wilfordii</i>	多年生
罂粟科 Papaveraceae	角茴香属	节裂角茴香	<i>Hypecoum leptocarpum</i>	一年生
大戟科 Euphorbiaceae	大戟属	泽漆	<i>Euphorbia helioscopia</i>	一年生或越年生
紫草科 Boraginaceae	鹤虱属	鹤虱	<i>Lappula myosotis</i>	一年生或越年生
石竹科 Caryophyllaceae	薄蒴草属	娘娘菜	<i>Lepyrodiclis holosteozides</i>	一年生
伞形科 Umbelliferae	胡萝卜属	野胡萝卜	<i>Daucus carota</i>	二年生
木贼科 Equisetaceae	木贼属	问荆	<i>Equisetum arvense</i>	多年生
唇形科 Lamiaceae	香薷属	密花香薷	<i>Elsholtzia densa</i>	一年生
蔷薇科 Rosaceae	委陵菜属	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	多年生
豆科 Leguminosae	棘豆属	黄花棘豆	<i>Oxytropis ochrocephala</i>	多年生

### 2.2 燕麦种子田杂草发生特点及危害级别

燕麦种子田杂草的平均密度达94.25株/m<sup>2</sup>,危害级别高达4级。杂草种类以阔叶杂草为主,整体均匀分布于田间。其中芥菜分布最广、数量最多,危害也最严

重,危害级别为最高级5级。灰绿藜、刺儿菜分布比较集中,危害级别分别为3级和4级,需重点防除;田旋花为缠绕茎植物,数量不多,但繁殖能力强,对燕麦造成的危害也严重。其他杂草的危害级别为1级(表5)。

表5 燕麦田杂草调查  
Table 5 Weeds survey in oat field

杂草	密度/(株·m <sup>-2</sup> )	相对高度/%	相对盖度/%	相对多度/%	杂草危害级别
芥菜	42.48	54.36	58.15	45.07	5
灰绿藜	16.84	74.56	10.37	17.87	3
刺儿菜	12.24	112.32	14.08	12.99	4
密花香薷	6.15	9.81	4.60	6.53	1
节裂角茴香	5.17	10.94	2.73	5.49	1
苦苣菜	4.87	5.36	2.31	5.17	1
猪殃殃	2.74	8.68	1.45	2.91	1
田旋花	1.03	30.84	2.67	1.09	2
其他杂草	2.73	12.62	3.56	2.90	1
所有杂草	94.25	42.48	99.92	100.00	4

### 2.3 不同农艺措施及化学除草剂对燕麦种子田杂草防效的影响

不同农艺措施及化学除草剂处理对燕麦田杂草的防除效果差异显著,与CK1(不除草处理)相比,不同农艺措施及化学除草剂处理均在一定程度上降低了草害的发生,株防效为48.84%~94.72%,鲜重防效为42.66%~96.40%。以T3(田普除草剂处理)和CK2(人工除草处理)的株防效和鲜重防效为最高,显著( $P<0.05$ )高于其他处理,均在85%以上。T1(晚播处理)、T2(高密度处理)、T4(立清除草剂处理)的株防效均在50%左右,差异不显著( $P>0.05$ )。以T1的鲜重防效为最低,较CK2下降了55.75%(表6)。

表6 不同农艺措施及化学除草剂对燕麦种子田杂草防效的影响

Table 6 Effects of different agronomic measures and chemical herbicides on weed control in oat seed field

处理代码	株防效/%	鲜重防效/%
T1	51.38±15.28 <sup>b</sup>	42.66±3.96 <sup>c</sup>
T2	48.84±4.61 <sup>b</sup>	59.50±6.32 <sup>b</sup>
T3	93.32±4.50 <sup>a</sup>	86.52±5.19 <sup>a</sup>
T4	51.67±13.72 <sup>b</sup>	64.70±5.28 <sup>b</sup>
CK1	0.00±0.00 <sup>c</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
CK2	94.72±13.89 <sup>a</sup>	96.40±8.42 <sup>a</sup>

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

### 2.4 不同农艺措施及化学除草剂对燕麦种子田不同杂草的防除效果

燕麦种子田危害较大的杂草为芥菜、灰绿藜、刺儿菜和田旋花。不同农艺措施及化学除草剂对燕麦田危害较大的4种杂草的防除效果见表7。不同农艺措施及化学除草剂对同一种杂草种类的防效差异较

大。对芥菜、灰绿藜、刺儿菜和田旋花的株防效最好的处理分别为T3、CK2、T3、T2及CK2,分别达84.29%、91.25%、92.68%、100%;鲜重防效最好的处理均为CK2,分别达98.63%、99.75%、98.53%和100%,此外,T2处理对田旋花的鲜重防效也达100%。

### 2.5 不同农艺措施及化学除草剂对燕麦株高和产量的影响

与不除草(CK1)相比,所有处理株高均显著( $P<0.05$ )增加(图1-A)。T1、T2、T3、T4和CK2较CK1分别增加19.78%、7.28%、27.56%、18.85%和28.78%,以T3和CK2的株高为最高,分别达167.26和168.86 cm,显著( $P<0.05$ )高于其他各处理。

秸秆产量表现出与株高相似的规律(图1-B),以T3和CK2的秸秆产量为最高( $P<0.05$ ),分别达15766.7和16050.0 kg/hm<sup>2</sup>,显著高于其他各处理。T1和T4次之,分别为11656.7和12233.3 kg/hm<sup>2</sup>,显著( $P<0.05$ )高于T2和CK2处理。各处理间种子产量差异较大(图1-C),T1、T3、T4和CK2较CK1分别显著( $P<0.05$ )增产54.46%、101.55%、46.88%和103.25%,而T2较CK1减产1.95%,差异不显著。以T3和CK2的种子产量为最高,分别达4485.1和4523.0 kg/hm<sup>2</sup>,显著( $P<0.05$ )高于其他各处理。

### 2.6 不同农艺措施及化学除草剂对燕麦经济效益的影响

CK2处理的总收益最高,但其人工机械支出也最高,降低了净收益空间。T3处理下燕麦种子田的净收益最高,为8472元/hm<sup>2</sup>,其次为CK2处理,达7935元/hm<sup>2</sup>,二者差异不显著,但均显著( $P<0.05$ )高于其

表 7 不同农艺措施及化学除草剂对燕麦田主要杂草的防除效果  
Table 7 Effect of different herbicides on weeds control and fresh weight in oat field

杂草	处理代码	株防效/%	鲜重防效/%
茅菜	T1	35.28±4.17 <sup>d</sup>	22.58±5.37 <sup>c</sup>
	T2	72.81±6.59 <sup>b</sup>	85.66±7.93 <sup>b</sup>
	T3	84.29±4.84 <sup>a</sup>	92.78±2.98 <sup>ab</sup>
	T4	55.37±10.74 <sup>c</sup>	71.68±19.48 <sup>b</sup>
	CK1	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
	CK2	81.82±5.28 <sup>ab</sup>	98.63±8.11 <sup>a</sup>
灰绿藜	T1	78.35±6.38 <sup>b</sup>	88.23±5.11 <sup>a</sup>
	T2	38.62±3.28 <sup>d</sup>	29.11±9.18 <sup>d</sup>
	T3	78.54±4.36 <sup>b</sup>	71.04±3.75 <sup>b</sup>
	T4	50.73±6.08 <sup>c</sup>	42.91±7.18 <sup>c</sup>
	CK1	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>e</sup>
	CK2	91.25±7.83 <sup>a</sup>	99.75±12.36 <sup>a</sup>
刺儿菜	T1	88.39±4.26 <sup>ab</sup>	91.64±5.14 <sup>a</sup>
	T2	18.93±6.63 <sup>d</sup>	6.37±2.83 <sup>c</sup>
	T3	92.68±2.11 <sup>a</sup>	88.07±4.19 <sup>a</sup>
	T4	51.87±4.26 <sup>c</sup>	62.28±6.84 <sup>b</sup>
	CK1	0.00±0.00 <sup>e</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
	CK2	85.27±5.28 <sup>b</sup>	98.53±11.52 <sup>a</sup>
田旋花	T1	62.72±13.47 <sup>c</sup>	75.866±21.82 <sup>c</sup>
	T2	100.00±0.00 <sup>a</sup>	100.00±0.00 <sup>a</sup>
	T3	92.62±3.65 <sup>b</sup>	86.52±7.44 <sup>b</sup>
	T4	64.18±2.73 <sup>c</sup>	70.48±9.35 <sup>c</sup>
	CK1	0.00±0.00 <sup>d</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>
	CK2	100.00±0.00 <sup>a</sup>	100.00±0.00 <sup>a</sup>

注:表中同一杂草种类的数据后不同小写字母表示不同处理下差异显著( $P<0.05$ )。

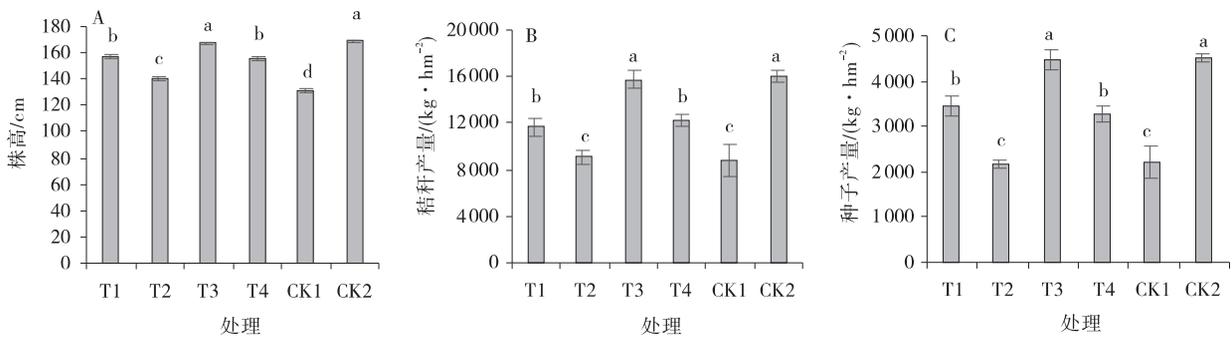


图 1 不同农艺措施及化学除草剂对燕麦株高和产量的影响

Fig. 1 Effect of different herbicides treatment on oat yield

注:柱状图上不同小写字母表示不同处理之间的显著性差异( $P<0.05$ )。

他各处理,与CK1相比,净收益分别增加 243.12% 和 221.36%。其次为 T1 和 T4 处理,较 CK1 净收益显著 ( $P<0.05$ ) 增加 85.46% 和 100.91%。T2 处理净收益最低,较 CK1 显著 ( $P<0.05$ ) 减收 644 元/hm<sup>2</sup>。

### 3 讨论

农田杂草群落的构成及其生物多样性受环境条件、耕作制度、作物种类、种植制度及田间管理、除草

表8 不同处理经济效益对比

Table 8 Comparison of economic benefits of different treatments

元/hm<sup>2</sup>

处理	肥料成本	种子成本	除草剂成本	人工机械	总支出	秸秆收入	种子收入	总收益	净收益
T1	54	1 913	0	2 660	4 627	2 331	6 874	9 206	45 79 <sup>b</sup>
T2	54	2 550	0	2 660	5 264	2 725	4 364	7 089	18 25 <sup>d</sup>
T3	54	1 913	102	3 160	5 229	4 730	8 970	13 700	8 472 <sup>a</sup>
T4	54	1 913	120	3 160	5 247	3 670	6 537	10 207	4 960 <sup>b</sup>
CK1	54	1 913	0	2 660	4 627	2 645	4 451	7 096	2 469 <sup>e</sup>
CK2	54	1 913	0	3 960	5 927	4 815	9 046	13 861	7 935 <sup>a</sup>

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。过磷酸钙单价1.2元/kg,青海甜燕麦种子单价8.4元/kg。青海甜燕麦种子收购价2.0元/kg,秸秆收购价0.3元/kg。

措施等影响<sup>[24]</sup>。对农田杂草种类及危害程度进行分析,有利于了解杂草的群落特征及发生规律,为杂草的综合防控提供数据支撑。本研究通过调查发现,湟中区燕麦田的杂草以芥菜、灰绿藜、刺儿菜、密花香薹、节裂角茴香、苦苣菜、猪殃殃和田旋花等为主,平均密度可达94.25株/m<sup>2</sup>,危害级别为4级。这与柴继宽等<sup>[25]</sup>的调查结果类似,他们发现燕麦田优势杂草有5种,分别是野胡萝卜、香薹、节裂角茴香、灰绿藜和猪殃殃,且芥菜和灰绿藜的相对丰度为最高,分别达54.35和36.90。本研究中,芥菜的危害最为严重,其数量多、密度大,是燕麦田最主要的杂草。灰绿藜和刺儿菜也是青海地区最常见的杂草种类之一,危害仅次于芥菜,应予以防除。这一燕麦田草相调查对湟中及其周边类似的地区具有参考价值,具有一定的代表性,可为青海省燕麦种子主产区的农田杂草防控做参考,进而对该地区杂草的防控策略进行合理的安排和规划。

生产中杂草防除常根据优势杂草种类及其发生规律,结合作物特性、气候条件等选择最佳的防治措施,如生态防治、生物防治、物理防治、化学防治和综合防控等<sup>[12]</sup>。农艺措施控草的核心是通过适宜的农艺措施使作物生长旺盛,进而达到控草增产的目的。适宜的播期、播量对种子产量均具有显著的影响<sup>[13-14]</sup>。本研究的结果也证实了这一点,与不除草相比,推迟播期和增加播量均在一定程度上控制了杂草,晚播处理和高密度处理的株防效均在50%左右。晚播处理的种子产量增加54.46%,经济效益增加了2 110元/hm<sup>2</sup>,这说明适宜的农艺措施对杂草防控和提升产量具有促进作用。但同时,高密度处理与不除草相比,种子产量降低了1.95%,经济效益也有所下

降,说明一些农艺措施可以控草,但对于增产并无帮助,这可能和密度增加燕麦种群内部竞争加剧有关。化学防治投入少、见效快、回报高,是目前针对规模化生产主要的杂草控制手段<sup>[26]</sup>。本研究中两种化学除草剂的防效差异较大,田普除草剂处理和人工除草处理的株防效和鲜重防效为最高,显著( $P<0.05$ )高于其他处理,而立清除草剂处理的株防效与农艺措施相当,这说明合理选择除草剂至关重要。田普属于播后苗前土壤处理剂,立清是茎叶处理除草剂,二者的作用机理有所不同。综合防效和经济效益分析来看,田普除草剂处理可显著降低草害、提升收益,是最优的处理,这与刘敏<sup>[10]</sup>的研究结果一致。

不同农艺措施及化学除草剂对燕麦田主要杂草的防除效果也有差异。本研究中,笔者不仅分析了农艺措施及化学除草剂对燕麦种子田杂草总的防效,还针对主要杂草分别进行了分析。燕麦种子田危害较大的杂草有4种,分别为芥菜、灰绿藜、刺儿菜和田旋花。对芥菜、灰绿藜、刺儿菜和田旋花的株防效最好的处理分别为田普除草剂、人工除草、田普除草剂、高密度及人工除草处理,株防效分别达84.29%、91.25%、92.68%、100%;鲜重防效最好的处理均为人工除草处理,分别达98.63%、99.75%、98.53%和100%,此外,高密度处理对田旋花的鲜重防效也达100%。人工除草效果较好,但劳动强度大,费时费工,成本高,不适合大面积种植区,也无法满足集约化生产的要求<sup>[27]</sup>。不同的农艺措施和化学除草剂可针对不同的有害杂草,在今后的研究中应当重视农艺措施与化学除草剂的综合使用,以达到更好的草害防控效果,实现经济和生态效益的最大化。

## 4 结论

湟中县燕麦种子田杂草危害级别高达4级,杂草种类以芥菜、灰绿藜、刺儿菜、密花香薹、节裂角茴香、苦苣菜、猪殃殃和田旋花等为主,其中芥菜的危害最为严重。不同农艺措施及化学除草剂均有一定的杂草防治效果,且对不同杂草的防除效果也有差异,以人工除草和田普除草剂处理的效果最佳。综合考虑株防效、鲜重防效及经济效益,在湟中地区的燕麦种子生产田,建议施用3 000 mL/hm<sup>2</sup>的田普除草剂进行杂草防除。

### 参考文献:

- [1] 王运涛,杨志敏,刘建成,等. 冀西北地区21个燕麦品种生产性能与营养品质综合评价[J]. 草地学报,2020,28(5):1311—1318.
- [2] 刘振恒,武高林,仁青草,等. 发展以燕麦为支柱产业的可持续高寒草地畜牧业[J]. 草业科学,2007,24(9):67—69.
- [3] 陆永祥,成启明,陈良寅,等. 不同海拔的燕麦青贮饲料发酵品质和细菌群落特征[J]. 草地学报,2020,28(2):350—357.
- [4] 王有彬. 青海省草牧业呈现良好发展势头[J]. 青海草业,2018,27(4):57.
- [5] 琚泽亮,赵桂琴,覃方铿,等. 添加玉米粉和乳酸菌制剂对燕麦与箭筈豌豆混播捆裹青贮发酵品质的影响[J]. 草原与草坪,2016,36(2):59—65.
- [6] Li X, Li M, Ling A, *et al.* Effects of genotype and environment on avenanthramides and antioxidant activity of oats grown in northwestern china[J]. Journal of Cereal Science, 2017,73:130—137.
- [7] 李蕾蕾,花登峰,郑兴卫,等. 含水量和混播比例对青南牧区燕麦—箭筈豌豆/毛苕子混播青贮品质的影响[J]. 草业学报,2018,27(7):166—174.
- [8] 张英,严林,江小蕾. 西宁地区草坪主要杂草种类和危害情况调查及其防除对策[J]. 草业科学,2005,22(77):53—58.
- [9] 苟智强,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.
- [10] 刘敏. 不同农艺措施及化学除草剂对饲用燕麦田杂草防除的初步研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2020.
- [11] Leroux G D, Harvey R G. Harvey. Herbicides for sod—seeding establishment of alfalfa (*Medicago sativa*) in quackgrass (*Agropyron repens*)—infested alfalfa swards [J]. Weed Science,1985,33:222—228.
- [12] 李奇,林芳源,吴在敬,等. 农艺措施和除草剂用量对化感稻产量及杂草生物量的影响[J]. 植物保护学报,2018,45(5):1145—1153.
- [13] 曹瑛,范变娥,许西梅,等. 农业措施对小麦田主要禾本科杂草出苗的影响[J]. 中国农学通报,2018,34(33):7—11.
- [14] 景婷婷,旦增塔庆,任淑婷,等. 播期和播量对成都平原“英迪米特”燕麦饲草产量及相关性状的影响[J]. 草业科学,2019,36(10):2594—2600.
- [15] 刘卫东,李玉奇,牛树君,等. 播期对胡麻田间杂草发生及产量的影响[J]. 甘肃农业科技,2015(9):19—21.
- [16] 刘胜男,朱建义,郑仕军,等. 不同种植密度对玉米田杂草发生及玉米产量的影响[J]. 杂草学报,2016,34(2):53—57.
- [17] 侯红乾,李世清,南维鸽. 冬小麦播种密度和施肥方式对麦田杂草群落组成及生长的影响[J]. 西北植物学报,2007(9):1849—1854.
- [18] 宋旭东,赵桂琴,柴继宽. 不同类型除草剂的田间防效及其对裸燕麦带壳率和产量的影响[J]. 草业学报,2016,25(1):171—178.
- [19] 顾江涛,赵斌,季昌好,等. 江淮地区大麦田除草剂筛选试验[J]. 中国农学通报,2012,28(36):269—272.
- [20] 崔荟萍,赵桂琴,刘欢. 3种除草剂对燕麦田杂草的防除效果研究[J]. 草原与草坪,2013,33(1):45—49.
- [21] 冷廷瑞,杨君,郭来春,等. 几种除草剂在燕麦田的应用效果[J]. 杂草科学,2011,29(1):70—71.
- [22] 李孙荣. 杂草及其防治[M]. 北京:北京农业大学出版社,1992:95—112,180—203.
- [23] 张人君,何锦豪,郑晋元,等. 浙江省麦田和油菜田杂草发生种类及危害[J]. 浙江农业科学,2000,12(6):308—316.
- [24] 魏有海,郭青云,郭良芝,等. 青海保护性耕作农田杂草群落组成及生物多样性[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(1):219—225.
- [25] 柴继宽,慕平,赵桂琴,等. 青海省不同地区燕麦田杂草组成及群落特征[J]. 草地学报,2018,26(2):306—311.
- [26] 琚泽亮,赵桂琴,柴继宽. 2,4-D丁酯在裸燕麦中的残留消解动态及其对带壳率的影响[J]. 草地学报,2019,27(3):596—602.
- [27] 严林,王玉兰. 西宁地区草坪阔叶杂草防除试验[J]. 草业学报,2006,15(1):62—67.

# Effects of different agronomic measures on weed control in oat field

HUANG Miao-miao<sup>1,2</sup>, MA Xiang<sup>1,3</sup>, JIA Zhi-feng<sup>1,3</sup>, HUANG Xin-rong<sup>1,2</sup>,  
ZHANG Yu-qing<sup>1,2</sup>, ZHANG Hai-long<sup>4</sup>, JU Ze-liang<sup>1,3\*</sup>

(1. Qinghai University, Xining 810016, China; 2. National Crop Germplasm Resources Duplicate Library, Xining 810016, China; 3. Key Laboratory of Superior Forage Germplasm in the Qinghai-Tibetan Plateau, Xining 810016, China; 4. Sanjiang Corporation Ltd. of Qinghai Province, Xining 810003, China)

**Abstract:** **[Objective]** This study aims to explore the weed control effectiveness of different agronomic measures and chemical herbicides in oat fields, providing the theoretical and technical support for weed management in the main oat-producing area of Qinghai-Tibet Plateau. **[Method]** Late sowing (T1), high density (T2), pendimethalin (T3), 2-bromobenzonitrile (T4) treatments were set up, and no weeding (CK1) and artificial weeding (CK2) were used as controls. The weed control effects and oat yield were assessed under different agronomic measures and chemical herbicide treatments. **[Result]** The damage level of weeds in the oat seed field of Huangzhong County was as high as grade 4, with the main weed species identified as *Capsella bursapastoris*, *Chenopodium glaucum*, *Cirsium setosum*, *Elsholtzia densa*, *Hypocoum leptocarpum*, *Ixeris polycephala*, *Galium aparine* var. *tenerum*, and *Convolvulus arvensis*, among which *Capsella bursapastoris* was the most problematic. Both agronomic measures and chemical herbicides showed effective weed control, with varying effectiveness on different weed species. The best control effect was achieved with artificial weeding and pendimethalin treatment, significantly outperforming other treatments in stem control and fresh weight reduction ( $P < 0.05$ ), with control rates above 85%. The economic benefit of pendimethalin treatment was the highest, reaching 8 472 yuan/hm<sup>2</sup>, which was 3.4 times greater than that of the control. **[Conclusion]** A treatment of 3 000 mL/hm<sup>2</sup> of pendimethalin is recommended for effective weed control in oat production fields in the Huangzhong area.

**Key words:** oat; agronomic measures; herbicides; control effect; yield

(责任编辑:靳奇峰)