芽前除草剂和地膜对杂草防除和牛至生长的影响

殷庭超， 王怡超， 刘信宝， 张 敬， 徐 彬*

（南京农业大学，草业学院，南京 210095）

摘要 牛至 *Origanum vulgare* 是唇形科多年生草本植物，牛至精油具有抗菌消炎功效，是重要的中兽药和饲料添加剂。牛至在苗期生长缓慢，杂草防除是牛至田建植的基础。本研究分析了芽前除草剂和地膜对牛至田杂草防控和牛至生长的影响。结果表明，除草剂和地膜覆盖对杂草防除和牛至生长的交互效应显著。其中，覆盖黑色地膜并喷施 960 g/L 精异丙甲草胺乳油的处理对杂草控制效果最佳，冬季和春季株防效分别为 100%和 97.6%，鲜重防效为 99.7%；且该处理对牛至单株分蘖、茎叶比和单株叶鲜重均无显著抑制；但 50%乙草胺乳油抑制了牛至的分蘖发生，330 g/L 二甲戊灵乳油抑制了牛至叶片生长。此外，在盆栽试验中，不同浓度的 3 种芽前除草剂处理对牛至株高和分蘖的抑制作用也呈现差异。根据田间杂草防效和牛至苗的生长状况，因此，我们推荐在牛至苗移栽前喷施 960 g/L 精异丙甲草胺乳油 1 200 mL/hm^2 并覆盖黑色地膜。此外，在湿热的夏季应适时除去黑膜，以促进牛至的分蘖和生长。

关键词 杂草防除； 牛至； 芽前除草剂； 地膜覆盖

中图分类号： S482.4 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2020548

Effects of pre-emergent herbicides and mulch film on weed control and oregano growth

YIN Tingchao， WANG Yichao， LIU Xinbao， ZHANG Jing， XU Bin*

（*College of Agro-Grassland Science*, *Nanjing Agricultural University*, *Nanjing* 210095, *China*）

Abstract *Origanum vulgare* is a perennial grass in the family of Labiatae. Its essential oil has antisepsis and anti-inflammation effects and is used in herbal veterinary drug and feed additives. Due to the slow growth of oregano seedlings, it is fundamentally important to control weeds in the oregano field. In this study, effects of mulch film and pre-emergent herbicides on weed control and oregano growth were analyzed. The results showed that there was a significant cross effect of mulch film and herbicide on weed control and oregano growth. Among all treatments, the treatment of black mulch film coverage together with *S*-metolachlor 960 g/L EC sprays showed the best effect on weed control, with the efficacies of 100% and 97.6% in winter and spring, respectively, and the fresh weight control efficacy was 99.7%. Beside, this treatment had no significant inhibition on tillering per oregano plant and leaf fresh weight per plant. Yet, spraying 50% acetochlor EC inhibited the tillering of oregano, and 330 g/L pendimethalin EC inhibited the leaf growth of oregano. In addition, in the pot experiment, all the pre-emergent herbicides had inhibitory effects on plant height and tiller. To sum up, we recommend *S*-metolachlor 960 g/L EC at the spray dose of 1 200 mL/hm^2 before oregano seedling transplantation and black mulch film coverage. Besides, it is also important to remove timely the black mulch film in hot and humid summer season to promote tillering and vegetative growth of oregano.

Key words weed control； *Origanum vulgare*； pre-emergent herbicide； mulch film

牛至 *Origanum vulgare*，又名披萨草，是唇形科 Labiatae 牛至属多年生草本芳香植物[1]，也是重要的食用香料和药用植物。近年来，人们发现以牛至干草为原料提取的牛至精油具有抗菌抑菌、抗氧化、促进畜禽生长等作用[2-5]，在畜牧生产等领域的应用潜力大。我国在东汉时期就有将牛至入药的记载，但是国内目前尚无大规模牛至种植的报道。建立成熟的牛至栽培技术体系是综合开发牛至产业的前提。

收稿日期： 2020-10-20 **修订日期**： 2020-11-16
基金项目： 企业资助横向课题(2017—153，HY0018)
* 通信作者 E-mail：binxu@njau.edu.cn

移栽、定植种苗是牛至田间栽培的第一步。牛至苗期生长缓慢,而杂草在出苗期生长快,争夺生长空间和光、水、肥资源能力强,因此杂草防控对于牛至定植和初期生长至关重要。但目前尚无牛至大田杂草防除的相关报道。

化学防除是杂草防控的重要方式。牛至种子细小,千粒重约为 0.1 g,且发芽不整齐[6],大田栽培需要进行育苗、幼苗移栽和定植[7-9]。因此,在牛至移栽前,适于使用芽前除草剂(即土壤处理剂)封闭土壤,防控杂草发生。50%乙草胺乳油、33%二甲戊灵乳油和 960 g/L 精异丙甲草胺乳油是 3 种常用选择性芽前除草剂,当固着在表土层的除草剂被杂草的胚芽鞘、胚轴或幼根吸收后,可以有效杀死杂草。芽前除草剂的适用作物种类有所不同,对不同作物产生的药害严重程度也有差异[10-12]。因此,筛选适用的芽前除草剂对于牛至定植和栽培生产具有重要意义。

覆盖地膜对杂草防除、保持土壤水分、提高地温、维持土壤结构和减少病虫害发生均具有一定作用[13]。其中,白色地膜对提高土壤温度的效果尤为明显;黑色地膜虽保温效果较差,但由于多数杂草种子为需光种子[14],故而防除杂草效果佳。

为了摸索牛至苗期的有效杂草防控方法,本研究设置地膜覆盖和喷施芽前除草剂两个因子进行研究,分析覆盖不同地膜和芽前除草剂对杂草防控和牛至苗生长的影响。试验结果将为牛至大田栽培管理方案的制定提供借鉴。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验地点:南京市南京农业大学白马教学科研基地(31° 62′N,119° 18′E),属于亚热带季风气候,试验地土壤质地为黏壤土,容重为 1.27 g/cm^3,比重为 2.52 g/cm^3,土壤总孔隙度为 49.53%,pH 为 7.45,EC 为 53.21 μS/cm,有机质含量为 0.82%,土壤含水量为 22.7%(重量)。试验田在前 3 年连续用多花黑麦草 *Lolium multiflorum* 和绿豆 *Vigna radiata* 进行轮作,作为绿肥分别于每年 5 月底和 8 月底打碎、翻耕入土。

1.2　供试材料

供试芽前除草剂为:50%乙草胺(acetochlor)乳油,山东三农生物科技有限公司;330 g/L 二甲戊灵(pendimethalin)乳油,山东胜邦绿野化学有限公司;960 g/L 精异丙甲草胺(*S*-metolachlor)乳油,先正达作物保护有限公司。供试地膜为 8 μm 厚白色农用地膜和 10 μm 厚黑色农用地膜。供试牛至种子购自酒泉市蓝翔园艺种苗有限责任公司。

1.3　试验设计

1.3.1　田间试验

根据覆盖地膜(无覆盖、黑色或白色地膜)及施用芽前除草剂类型(不施用或单独施用 3 种不同除草剂),采用完全随机化析因设计,共 12 个处理。每个处理重复 3 次,共 36 个小区。小区面积为 3 m^2(1.5 m×2 m)。每小区移栽 30 株苗龄 60 d 长势一致的穴盘苗。除草剂施用量均采用推荐用量的中间值,分别为 50%乙草胺乳油 1 875 mL/hm^2(制剂量,下同)、330 g/L 二甲戊灵乳油 2 625 mL/hm^2、960 g/L 精异丙甲草胺乳油 1 200 mL/hm^2。

于 2019 年 10 月 25 日使用广东深邦实业有限公司生产的容量为 3 L 的电动喷雾器(编号:10344348618)均匀喷施除草剂,喷雾水量为 450 kg/hm^2,对照区喷施等量清水,喷药前后 1 周内天气晴到多云,无降水。喷施除草剂或清水后,随即覆盖地膜。于 2019 年 10 月 30 日移植牛至,有地膜的处理,在地膜上开孔种植,株行距均为 30 cm,移植后浇水,之后每周浇水 1 次,5 周后停止人工浇灌。

1.3.2　盆栽试验

于 2020 年 9 月 9 日在花盆中使用义乌市洁百登家居用品有限公司生产的容量为 100 mL 喷雾器(编号:A212)喷施各芽前除草剂,对照组喷施等量的清水,花盆中基质为泥炭土∶蛭石∶珍珠岩体积比为9∶3∶1的混合基质。共设计 50%乙草胺乳油、33%二甲戊灵乳油、960 g/L 精异丙甲草胺乳油 3 种芽前除草剂,参照各除草剂推荐的最低、中间、最高值设置 3 种不同浓度,共 9 种不同的除草剂浓度处理和 1 个对照。每个处理重复 4 次。供试除草剂浓度为 50%乙草胺乳油 1 500、1 875、2 250 mL/hm^2,330 g/L 二甲戊灵乳油 2 250、2 625、3 000 mL/hm^2、960 g/L 精异丙甲草胺乳油 900、1 200、1 500 mL/hm^2。花盆内径为 13.5 cm,高为 13 cm。

于 2020 年 9 月 10 日移植牛至扦插苗,牛至苗龄为 60 d,株高为 10 cm 左右(10 cm±0.5 cm),分蘖数量为 1 个,每个花盆移植 3 株,每个处理共 12 株。移植 1 周后浇水,之后每 10 d 浇水 1 次。

1.4 田间调查

1.4.1 杂草防效

分别于冬春两季(2020 年 1 月 14 日和 4 月 27 日)统计除草效果。依据《农药田间药效试验准则》(GB/T17980.41-2000),按棋盘式每小区 4 点取样,每点 0.25 m^2。分别统计小区内的杂草种类、数量和盖度。于 2020 年 5 月 11 日齐地刈割地面上杂草(全小区),并按下列公式计算杂草鲜重防效。

株防效=(对照区杂草株数-处理区杂草株数)/对照区杂草株数×100%;

鲜重防效=(对照区杂草鲜重-处理区杂草鲜重)/对照区杂草鲜重×100%。

1.4.2 牛至产量

分别于冬春夏三季调查牛至植株存活数量。2020 年 7 月 29 日收割,留茬高度为 5 cm,每小区随机选取 5 株存活牛至,记录单株分蘖数(仅统计长度大于 10 cm 的分蘖),并分别称量 5 株存活牛至的单株鲜重,之后分离茎叶,计算茎叶质量比值。

1.5 盆栽试验数据统计

于移栽后 30 d(2020 年 10 月 10 日)统计牛至株高和分蘖数(仅统计长度大于 1 cm 的分蘖)。

1.6 数据处理与统计

采用 SPSS 21.0 统计试验数据,计算均值,进行方差分析,用邓肯氏新复极差法进行差异显著性分析和比较;采用 SigmaPlot 12.0 制图。

2 结果与分析

2.1 地膜覆盖和芽前除草剂的杂草防除效果

2.1.1 冬季牛至田的杂草防除效果比较

移栽当年入冬后,各处理间杂草防除效果差异显著。如表 1 所示,仅覆盖白色地膜(简称白膜,下同)的小区中杂草盖度最大,达到 73.3%,说明白膜不但不能防除杂草,反而促进了杂草种子萌发;相反,黑色地膜(简称黑膜,下同)的杂草防除效果优异,即便没有喷施芽前除草剂,杂草盖度也仅有 0.1%,株防效为 87.1%。

表 1 冬季牛至田的杂草防除效果比较

Table 1 Comparison of weed control effects of treatments in oregano field in winter

地膜 Mulch film	除草剂 Herbicide		杂草盖度/% Weed coverage	杂草数量/株·m^{-2} Number of weeds			株防效/% Plant control efficacy
	除草剂种类 Herbicide species	制剂用量/mL·$(hm^2)^{-1}$ Dose		单子叶杂草 Monocot weed	双子叶杂草 Dicot weed	杂草总数 Total weeds	
无 No	不施药 Herbicide free	0	(0.8±0.3)c	(7.3±2.3)b	(0.4±0.3)b	(7.8±1.9)b	—
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(0.1±0.6)c	(0.1±0.2)d	(0.2±0.1)b	(0.3±0.3)d	(95.7±2.5)ab
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(0.7±0.5)c	(2.4±1.3)cd	(0.3±0.2)b	(2.8±1.4)cd	(64.3±10.3)abc
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(1.0±1.7)c	(0.9±1.5)cd	(0.2±0.2)b	(1.1±1.9)cd	(85.7±14.3)abc
白色 White	不施药 Herbicide free	0	(73.3±7.6)a	(13.6±2.8)a	(5.3±3.2)a	(18.9±3.2)a	(−144.3±47.1)d
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(0.8±1.0)c	(0.4±0.8)d	(0.8±0.8)b	(1.2±1.2)cd	(84.3±8.7)abc
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(12.3±10.9)b	(3.8±3.4)c	(1.1±0.9)b	(4.9±5.0)bc	(37.1±37.5)c
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(3.3±4.0)c	(1.4±1.0)cd	(3.2±1.7)ab	(4.7±2.0)bc	(40.0±15.1)bc
黑色 Black	不施药 Herbicide free	0	(0.1±0.1)c	(0.0±0.4)d	(0.8±0.8)b	(0.8±1.7)cd	(87.1±12.9)abc
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(0.0±0.0)c	(0.0±0.0)d	(0.0±0.0)b	(0.0±0.0)d	(100±0.0)a
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(0.1±0.1)c	(0.2±0.4)d	(0.1±0.1)b	(0.3±0.3)d	(95.7±2.5)ab
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(0.0±0.0)c	(0.0±0.0)d	(0.0±0.0)b	(0.0±0.0)d	(100±0.0)a

1) 表中数据为平均值±标准误。表中数据采用邓肯氏方差分析,同列数据后不同字母表示有显著性差异($P \leqslant 0.05$)。下同。
Data in the table are mean±SE. Data followed by different letters are significantly different at 0.05 level by DMRT. The same below.

3 种芽前除草剂的杂草防除效果也呈现显著性差异($P<0.05$)。3 种除草剂均显著抑制了白膜覆盖下的杂草发生,其中 50%乙草胺乳油效果最佳,960 g/L 精异丙甲草胺乳油效果次之(表 1)。

地膜和芽前除草剂间在杂草防效上呈现显著交叉效应(表 1)。其中,在黑膜+乙草胺、黑膜+精异丙甲草胺两个处理下各处理小区中均无杂草发生,株防效均达到 100%,杂草防控效果最佳。

田间的单子叶杂草主要是多花黑麦草,双子叶杂草有绿豆、簇生卷耳 *Cerastium caespitosum*、附地菜 *Trigonotis peduncularis*、车前 *Plantago asiatica*、荠菜 *Capsella bursa-pastoris*、小飞蓬 *Conyza canadensis* 和小蓟 *Cirsium setosum*。双子叶杂草中绿豆分布最多,除白膜+不施药、白膜+乙草胺、黑膜+乙草胺、白膜+异丙甲草胺处理以外,其余 8 个处理均有绿豆生长,为 0.1～0.9 株/m^2,且各处理之间差异不显著。其次为簇生卷耳、附地菜和小蓟,它们仅生长在覆盖白色地膜的小区内,其中簇生卷耳、附地菜在白膜+不施药的处理中生长最多,小蓟仅分布在白膜+异丙甲草胺的处理,差异显著。荠菜和小飞蓬等均只在白膜+不施药的处理区中生长,且数量均小于 1.7 株/m^2。

2.1.2 春季牛至田的杂草防除效果比较

与冬季相比,春季牛至田杂草数量以及种类均明显增多。各处理中,白膜+不施药的处理杂草最多,杂草盖度达到 96.3%,鲜重防除效果为−88.7%,株防效为−100.0%,平均杂草数达到 27.8 株/m^2;而无任何处理的对照地块内杂草也生长旺盛,杂草盖度达到 70.0%,平均杂草数量为 13.9 株/m^2(表 2)。

表 2　春季牛至田的杂草防除效果比较

Table 2　Comparison of weed control effects of treatments in oregano field in spring

地膜 Mulch film	除草剂 Herbicide		杂草盖度/% Weed coverage	杂草数量/株·m^{-2} Number of weeds			株防效/% Plant control efficacy	鲜重防效/% Control efficacy of fresh weight
	除草剂种类 Herbicide species	制剂用量/mL·$(hm^2)^{-1}$ Dose		单子叶杂草 Monocot weed	双子叶杂草 Dicot weed	杂草总数 Total weeds		
无 No	不施药 Herbicide free	0	(70.0±20.9)b	(11.2±2.8)b	(2.7±0.8)bcd	(13.9±5.2)b	—	—
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(8.0±2.6)d	(2.2±0.4)cd	(2.7±1.3)bcd	(4.9±2.3)de	(64.8±9.4)ab	(65.5±12.4)bc
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(31.7±9.1)cd	(3.8±0.8)cd	(1.7±1.1)bcd	(5.4±2.1)cde	(60.8±8.8)abc	(48.2±5.2)c
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(18.3±18.8)cd	(2.4±1.6)cd	(1.7±1.1)bcd	(4.1±3.4)de	(70.4±14.0)ab	(80.6±0.1)ab
白色 White	不施药 Herbicide free	0	(96.3±3.1)a	(19.3±2.2)a	(8.4±1.9)a	(27.8±1.5)a	(−100.0±6.2)d	(−88.7±7.8)e
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(47.7±42.4)bc	(7.2±1.6)bc	(4.2±1.4)bc	(11.4±3.4)bcd	(17.6±13.9)c	(23.9±5.8)d
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(48.0±32.2)bc	(4.9±1.8)cd	(4.4±1.8)b	(9.3±6.2)bcd	(32.8±26.0)bc	(28.5±6.6)d
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(31.0±3.6)cd	(4.4±3.1)cd	(4.3±1.2)bc	(8.7±6.4)bcd	(37.6±26.5)bc	(48.9±3.8)c
黑色 Black	不施药 Herbicide free	0	(3.8±5.3)d	(0.6±0.7)d	(0.9±0.6)bcd	(1.4±1.6)e	(89.6±6.8)a	(96.2±0.1)a
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(0.8±0.3)d	(0.8±0.4)d	(0.3±0.2)d	(1.1±0.5)e	(92.0±2.1)a	(99.1±0.2)a
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(1.7±2.1)d	(0.2±0.2)d	(0.7±0.4)cd	(0.9±1.0)e	(93.6±4.2)a	(97.4±1.8)a
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(0.8±1.0)d	(0.0±0.0)d	(0.3±0.0)d	(0.3±0.0)e	(97.6±0.0)a	(99.7±0.2)a

相比之下,黑膜下喷施除草剂的 3 种处理防除杂草效果较佳,平均杂草数仅为 0.3～1.1 株/m^2,株防效为 92.0%～97.4%,鲜重防效为 97.4%～99.7%。其中黑膜+乙草胺或黑膜+精异丙甲草胺的 2 个处理,杂草盖度仅为 0.8%,但统计上,黑膜下喷施除草剂与不喷除草剂的效果差异不显著(表 2)。

在无地膜或覆盖白膜的各处理中,3 种除草剂均能够抑制杂草的发生。其中 50%乙草胺乳油和 960 g/L 精异丙甲草胺乳油效果好于 330 g/L 二甲

戊灵乳油。在无地膜覆盖下，50%乙草胺乳油处理后杂草盖度最低，仅为8.0%；而白膜覆盖下，3种除草剂控草效果均不理想，杂草盖度仅能控制在31.0%～48.0%(表2)。

春季牛至田杂草种类增多至23种。除冬季出现的多花黑麦草、绿豆、簇生卷耳、车前、小飞蓬、小蓟外，还增加了单子叶杂草茵草 *Beckmannia syzigachne* 和看麦娘 *Alopecurus aequalis*，双子叶杂草酸模 *Polygonum lapathifolium*、假马齿苋 *Bacopa monnieri*、葎草 *Humulus scandens*、小藜 *Chenopodium ficifolium*、花叶滇苦菜 *Sonchus asper*、弯曲碎米荠 *Cardamine flexuosa*、老鹳草 *Geranium wilfordii*、艾 *Artemisia argyi*、泽珍珠菜 *Lysimachia candida*、猪殃殃 *Galium spurium*、杠板归 *Polygonum perfoliatum*、鼠麴草 *Gnaphalium affine*、苦苣菜 *Sonchus oleraceus*、阿拉伯婆婆纳 *Veronica persica* 和豚草 *Ambrosia artemisiifolia*。其中，多花黑麦草仍然为主要杂草，双子叶杂草中绿豆分布较多。其中，绿豆除黑膜＋乙草胺的处理未见分布外，其余11个处理中均有分布。另外，小飞蓬和簇生卷耳分布较广，其他杂草均为零星分布。在白膜＋不施药处理中，双子叶杂草数量最多，为8.4株/m^2。总体来说，双子叶杂草数量较单子叶杂草少。

2.2 地膜和芽前除草剂对牛至成活率和产量的影响

入冬后各处理的牛至成活率均为100%。其中，在无地膜覆盖的各处理下，牛至苗生长缓慢，植株明显小于覆盖地膜的各处理。但在白膜＋不施药的小区内杂草生长旺盛，牛至逐渐被杂草覆盖。至4月中旬调查时，白膜＋不施药处理的牛至成活率仅为45.0%，而其余各处理的牛至仅偶见死亡，成活率为95.6%～100%(表3)。

进入5月中旬后，遭遇连续降雨，至7月中旬发现仅在黑膜覆盖的各处理小区内牛至开始迅速枯死，至7月底统计时黑膜覆盖下的4个处理牛至成活率降至55.6%～66.7%；而未覆盖地膜或覆盖白膜的各处理小区内未见牛至死亡现象(表3)。

表3 地膜和芽前除草剂对牛至成活率的影响[3)]

Table 3 Effects of mulch film and pre-emergence herbicides on survival rate of oregano

地膜 Mulch film	除草剂 Herbicide		牛至成活率/% Survival rate of oregano		
	除草剂种类 Herbicide species	制剂用量/mL·$(hm^2)^{-1}$ Dose	冬季(1月14日) Winter (Jan 14th)	春季(4月27日) Spring (Apr 27th)	夏季(7月29日) Summer (Jul 29th)
无 No	不施药 Herbicide free	0	(100.0±0.0)a	(98.9±1.1)a	(98.9±1.1)a
	50%乙草胺EC acetochlor 50% EC	1 875	(100.0±0.0)a	(97.8±2.2)a	(97.8±2.2)a
	330 g/L二甲戊灵EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(100.0±0.0)a	(97.8±1.1)a	(97.8±1.1)a
	960 g/L精异丙甲草胺EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(100.0±0.0)a	(97.8±1.1)a	(97.8±1.1)a
白色 White	不施药 Herbicide free	0	(100.0±0.0)a	(45.0±5.0)b	(45.0±5.0)c
	50%乙草胺EC acetochlor 50% EC	1 875	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a
	330 g/L二甲戊灵EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(100.0±0.0)a	(98.9±1.1)a	(98.9±1.1)a
	960 g/L精异丙甲草胺EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a
黑色 Black	不施药 Herbicide free	0	(100.0±0.0)a	(98.9±1.1)a	(66.7±3.8)b
	50%乙草胺EC acetochlor 50% EC	1 875	(100.0±0.0)a	(95.6±2.2)a	(66.3±5.1)b
	330 g/L二甲戊灵EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(100.0±0.0)a	(100.0±0.0)a	(58.9±7.3)b
	960 g/L精异丙甲草胺EC S-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(100.0±0.0)a	(95.6±4.4)a	(55.6±5.9)b

牛至的单株鲜重和分蘖数呈正相关。地膜覆盖和芽前除草剂均对牛至分蘖数具有显著影响，且两者的交互效应显著。入夏前，在黑膜覆盖下的牛至生长迅速，分蘖较多，植株较高大。

但入夏后，在未覆盖地膜的各小区内，牛至部分分蘖长出不定根并萌发出新的分蘖，二次生长旺盛；而覆盖地膜的小区内，由于受到地膜限制，牛至分蘖极少长出不定根或萌发新的分蘖。不覆膜＋不施药的对照处理中，牛至的单株分蘖数最高，达到44.4个；相应的，无地膜但喷施3种芽前除草剂的处理均抑制了牛至分蘖的发生。在覆盖白膜或黑膜但不喷施除草剂的两个处理下，分蘖数仅为12.7个和22.7个，与未覆盖地膜的对照组相比也达到了显著差异水平。覆盖白膜且喷施3种除草剂的各处理下，分蘖数显著高于仅覆盖白膜的处理，说明杂草控制仍为影响牛至生长的重要因素(表4)。

表 4　地膜和芽前除草剂对牛至产量的影响(2020 年 7 月 29 日)

Table 4　Effects of mulch film and pre-emergence herbicides on yield of oregano on July 29, 2020

地膜 Mulch film	除草剂 Herbicide		单株分蘖数/个 Number of tillers per plant	单株鲜重/g Fresh weight per plant	单株茎鲜重/g Fresh weight of stems per plant	单株叶鲜重/g Fresh weight of leaves per plant	茎叶比 Stem:leaf
	除草剂种类 Herbicide species	制剂用量/mL·(hm²)⁻¹ Dose					
无 No	不施药 Herbicide free	0	(44.4±1.4)a	(293.8±5.2)a	(142.3±1.5)a	(151.1±5.5)a	(0.9±0.0)abcd
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(33.7±1.3)abc	(252.2±7.2)abc	(128.8±12.0)abc	(123.5±19.2)abcd	(1.1±0.3)abc
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(35.3±1.0)abc	(251.7±5.1)abc	(136.7±2.6)ab	(115.0±2.6)abcd	(1.2±0.0)a
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC *S*-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(35.9±0.9)abc	(211.7±10.4)bcd	(92.4±5.8)cde	(119.3±4.6)abcd	(0.8±0.2)bcd
白色 White	不施药 Herbicide free	0	(12.7±1.7)e	(90.3±25.9)f	(36.8±12.7)f	(53.5±13.3)f	(0.6±0.1)d
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(38.3±2.9)a	(238.8±12.2)abcd	(97.2±6.3)bcde	(140.4±12.9)ab	(0.7±0.2)cd
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(37.0±1.0)ab	(266.8±6.3)ab	(132.2±3.5)abc	(134.7±2.8)abc	(1.0±0.1)abcd
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC *S*-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(35.0±1.0)abc	(187.5±7.5)cde	(91.7±3.3)cde	(95.8±4.2)cde	(1.0±0.1)abcd
黑色 Black	不施药 Herbicide free	0	(22.7±0.7)d	(164.9±5.9)de	(82.5±6.0)de	(82.5±0.9)def	(1.0±0.1)abcd
	50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	1 875	(26.0±5.3)cd	(128.0±12.1)ef	(61.0±11.9)	(67.0±1.9)ef	(0.9±0.2)abcd
	330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	2 625	(26.3±5.2)bcd	(221.1±50.1)abcd	(116.8±26.9)abcd	(104.3±26.5)bcde	(1.2±0.3)ab
	960 g/L 精异丙甲草胺 EC *S*-metolachlor 960 g/L EC	1 200	(33.8±3.5)abc	(232.2±26.1)abcd	(108.3±11.0)abcd	(124.0±15.2)abcd	(0.9±0.0)abcd

地膜覆盖与芽前除草剂施用对牛至的单株鲜重均具有显著影响,其交互效应显著(表 4)。在不覆膜+不施药的对照处理中,单株鲜重最大,为 293.8 g;在未覆盖地膜而喷施 3 种芽前除草剂的处理中,牛至的单株产量受到抑制,在喷施 960 g/L 精异丙甲草胺乳油的处理中,牛至单株鲜重为 211.7 g,显著低于对照处理。在覆盖白膜或者黑膜但不喷施除草剂的两个处理中,牛至单株鲜重均显著低于未覆盖地膜对照,分别为 90.3 g 和 164.9 g。在覆盖白膜的 4 种处理下,喷施除草剂的 3 种处理的牛至单株鲜重均显著高于未喷施除草剂的处理,表明杂草是牛至产量的重要制约因素。在覆盖黑膜的 4 种处理下,喷施 50%乙草胺乳油的处理的牛至单株鲜重显著低于喷施 330 g/L 二甲戊灵乳油以及 960 g/L 精异丙甲草胺乳油的处理。

由于牛至中精油主要集中在叶片部位,因此茎叶比是衡量牛至质量的重要标准,地膜覆盖和芽前除草剂施用均影响牛至茎叶比。在不覆膜+不施药的对照处理中,牛至茎叶比为 0.9,叶鲜重为 151.1 g。在未覆盖地膜的各处理中,喷施 50%乙草胺乳油和 330 g/L 二甲戊灵乳油提高了茎叶比,其中喷施 330 g/L 二甲戊灵乳油的茎叶比为 1.2,叶鲜重为 115 g,而喷施 960 g/L 精异丙甲草胺乳油后,牛至茎叶比有所降低,为 0.8,叶鲜重为 119.3 g,与对照相比虽有降低但并无显著差异。在覆盖白膜或者黑膜但不喷施除草剂的两个处理中,覆盖白膜的处理茎叶比显著低于对照组,而覆盖黑膜的处理茎叶比高于对照组,而叶鲜重均显著低于对照处理。在覆盖白膜的 4 种处理下,喷施除草剂的 3 种处理茎叶比均高于未喷施除草剂的处理。在覆盖黑膜的 4 种处理下,喷施 50%乙草胺乳油和 960 g/L 精异丙甲草胺乳油的茎叶比低于喷施 330 g/L 二甲戊灵乳油和未喷施除草剂的处理,但并无显著差异,黑膜+精异丙甲草胺处理后,叶鲜重相较另外 3 种处理高,为 124.0 g。

2.3　不同芽前除草剂对牛至株高和分蘖的影响

在盆栽试验中,喷施除草剂 30 d 后,不同除草剂处理牛至株高差异显著(图 1)。在未喷施除草剂对照组中,施药 30 d 后,株高为 30.0 cm,显著高于除 330 g/L 二甲戊灵乳油 2 250 mL/hm² 处理外的

其他喷施除草剂的处理，喷施 330 g/L 二甲戊灵乳油的 3 个处理，株高为 23.8～27.6 cm，显著高于喷施 50%乙草胺乳油和 960 g/L 精异丙甲草胺乳油的处理，其中 330 g/L 二甲戊灵乳油对牛至株高的抑制作用最弱，50%乙草胺乳油和 960 g/L 精异丙甲草胺乳油对牛至的株高抑制作用较强。

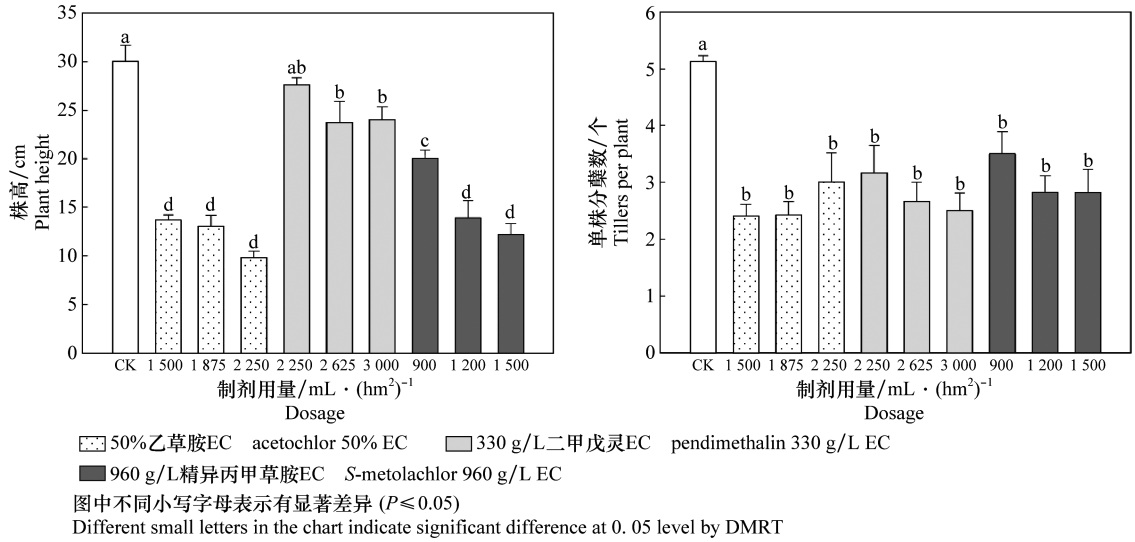

图 1 不同芽前除草剂对牛至株高和单株分蘖的影响

Fig. 1 Effects of different pre-emergent herbicides on plant height and tiller per plant of oregano

此外，在盆栽试验中发现，不同种类和浓度的除草剂对牛至单株分蘖也有抑制作用(图 1)。在未喷施除草剂对照组中，施药 30 d 后牛至单株分蘖数为 5.1 个，显著高于其他处理，其余喷施除草剂的处理分蘖数量均在 2.4～3.5 个，表明除草剂在 30 d 时对牛至分蘖发生有明显的抑制作用。

3 讨论

杂草防除是牛至建植成功和产量形成的关键。地膜覆盖和化学除草剂防控仍然是田间杂草防控的主要有效措施[12, 15]。试验结果表明，3 种芽前除草剂或覆盖黑色地膜均能够有效控制杂草。仅覆盖白膜未喷施除草剂的处理下，杂草出现快、生长迅速，其主要原因是白膜的增温、保温和保湿效果好，有利于杂草种子的萌发和生长[16]。笔者也发现覆盖白膜的各处理中，破土后的杂草生长快，植株高大，常导致地膜损坏。此外，覆盖白膜的各处理下，即便配合喷施芽前除草剂，杂草防效仍然低于未覆盖地膜的各处理。这可能与白膜覆盖下的土层表面高温、高湿导致除草剂降解加速有关。

某些单子叶除草剂对双子叶植物生长同样会产生抑制作用[17-19]。例如，田志慧等[20]报道施用 33%二甲戊灵乳油 371.25～742.5 g/hm² 不同程度地抑制了小白菜 *Brassica chinensis* 的生长，株高和鲜重均低于空白对照；40%乙草胺乳油对亚麻 *Linum usitatissimum* 的出苗率以及植株生长均有明显的抑制作用[21]；960 g/L 精异丙甲草胺乳油也抑制了甜菜 *Beta vulgaris* 的苗期生长[22]。本试验中，笔者发现 50%乙草胺乳油显著抑制了牛至的分蘖发生，影响牛至后期生长。此外，330 g/L 二甲戊灵乳油和 960 g/L 精异丙甲草胺乳油处理后牛至鲜重均显著降低，但两者差异不显著，而 330 g/L 二甲戊灵乳油能够导致牛至的茎叶比增大，不利于生产高品质牛至干草。960 g/L 精异丙甲草胺乳油处理对分蘖数影响较小，且茎叶比低，有利于牛至后期生长和高品质牛至干草生产，此外，牛至的主要收获部位为叶片，喷施 960 g/L 精异丙甲草胺乳油虽显著降低了牛至鲜重，但对牛至叶片鲜重的影响不大，因此，对牛至精油产量影响较小。

覆盖黑膜能够阻止光照通过，抑制少量破土杂草幼苗的生长，具有较好的杂草防除效果[22-24]。例如，采用黑色地膜覆盖法种植中草药大黄 *Rheum palmatum*，药材生长最好，产量最高，杂草防控效果最佳[25]。在本试验中，作者也发现覆盖黑膜可以有效防控牛至田杂草。其中，黑膜覆盖配合喷施 960 g/L 精异丙甲草胺乳油的杂草防控效果均最

佳,春季大田的株防效达到 97.6%。

覆盖黑膜不仅能够防控杂草,还有助于保持土壤湿度、调控土壤温度,可以促进作物生长发育。例如,在覆盖黑色地膜后,桔梗 *Platycodon grandiflorus*、党参 *Codonopsis pilosula* 和轮叶党参 *C. lanceolata* 的幼苗均生长较快,生育期缩短[26-28]。在本试验覆盖黑色地膜的小区中,牛至的生育期缩短,于 7 月初达到了盛花期,较未覆盖地膜或覆盖白膜的处理牛至开花期提前约 3 周。由于黑色地膜处理的小区地膜未被不断生长的杂草破坏,地膜保持完好。但长期覆盖地膜也造成牛至分蘖基部不定根不能生长,影响了次生分蘖的发生。此外,2020 年南京地区降雨期长、降雨量大,牛至大田有短期涝害发生。在黑色地膜覆盖下的牛至死亡严重。死亡牛至无明显病虫害症状,推测死亡原因是长期降雨和完整地膜覆盖导致的土壤湿度过大,致使土壤通气性差、牛至根系缺氧致死。而覆盖白色地膜的小区,白膜被快速生长的杂草破坏,覆盖不完整,土壤排水透气性较好,未导致牛至根系缺氧,故而在无地膜覆盖和破损较为严重的白色地膜各处理中,牛至二次生长明显。因此,对于夏季雨水较多,温度较高的地区,应该及时揭开黑色地膜,更有利于牛至生长。

4　结论

覆盖黑色地膜和芽前除草剂有利于控制牛至田杂草发生。综合考虑杂草防控和对牛至生长发育的影响,推荐在牛至定植前喷施 960 g/L 精异丙甲草胺乳油并覆盖黑色地膜。在高温多雨的夏季,要尽快去除地膜,提高土壤透气性,促进牛至分蘖不定根和二次分蘖的发生。

参考文献

[1] 李小龙,段树生,张洪,等.4 种唇形科植物的香气成分分析[J]. 河南农业科学, 2014, 43(7):121-125.

[2] 林清华, 刘波, 徐有为, 等. 牛至挥发油对肠炎常见菌的体外抗菌作用[J]. 应用与环境生物学报, 1997, 3(1):76-78.

[4] 郑国华, 刘焱文, 陈树和. 牛至各生长期抗菌成分的分析[J]. 中国中药杂志, 1999, 24(9):536-537.

[5] 杜云良. 牛至提取物防治鸡大肠杆菌病的研究[J]. 中国家禽, 2000, 22(6):8-9.

[6] 卢奇宇, 蔡东, 许志鹏, 等. 植物生长调节剂和物理处理对牛至种子萌发的影响[J]. 植物学研究, 2019, 8(3): 204-211.

[7] TIBALDI G, FONTANA E, NICOLA S. Growing conditions and postharvest management can affect the essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*(Link) Ietswaart [J]. Industrial Crops & Products, 2011, 34(3):1516-1522.

[8] SOTIROPOULOU D E, KARAMANOS A J. Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*(Link) Ietswaart) [J]. Industrial Crops & Products, 2010, 32(3):450-457.

[9] YIN Heng, FRETTÉ X C, CHRISTESEN L P, et al. Chitosan oligosaccharides promote the content of polyphenols in greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*)[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2012, 60(1):136-143.

[10] 李俊, 杨义, 何亚丽, 等. 5 种芽前除草剂的防效及对高羊茅、草地早熟禾籽粒的影响[J]. 植物保护, 2020, 46(3):278-284.

[11] 刘韶光, 赵夏童, 宋喜娥, 等. 膜间喷施芽前除草剂对谷子安全性及对杂草防效的影响[J]. 作物杂志, 2019(2):173-178.

[12] 车志平,田月娥, 周骥, 等. 芽前除草剂与地膜共作对玉米和花生生长的影响[J]. 种子, 2017,36(8):87-90.

[13] 王磊. 地膜覆盖栽培的优点与方式[J]. 现代畜牧科技, 2013, 1(1):199-199.

[14] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社, 2006.

[15] 强胜. 杂草学[M]. 北京:中国农业出版社, 2009.

[16] 王琳, 梅红, 佴注. 覆盖地膜栽培烤烟地的杂草防除研究[J]. 植物保护学报, 1997, 24(3):257-262.

[17] 赵慧凝. 乙草胺不同时期应用对大豆安全性和杂草防效研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学农学院, 2019.

[18] 史鹏飞, 郭晓彦, 张丽霞, 等. 10 种芽前除草剂防除红麻田杂草的效果及安全性评价[J]. 中国麻业科学, 2019, 41(5):193-198.

[19] 叶文斌, 杨小录, 王让军. 甘肃省西和县马铃薯田间杂草调查及其防治技术[J]. 生物灾害科学, 2015, 38(4):328-332.

[20] 田志慧, 沈国辉. 4 种芽前除草剂防除直播小白菜田杂草的效果及其安全性[J]. 植物保护, 2016, 42(6):197-201.

[21] 朱炫, 陈晓艳, 何建群, 等. 几种芽前除草剂对冬季亚麻田杂草的防除效果研究[J]. 中国麻业科学, 2016, 38(6):284-290.

[22] 范伟彦, 宋文钰, 吴彩兰, 等. 精异丙甲草胺对甜菜田主要杂草的防除效果和甜菜幼苗的安全性评价[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2019, 37(6):677-681.

[23] 张游南, 彭建平, 黄飞龙. 芦荟田主要杂草种类调查及不同类型地膜覆盖除草效果研究[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(10):73-75.

[24] 杨世佳, 陈瑾, 张毅, 等. 不同颜色地膜覆盖对玉米土壤温度、杂草发生及玉米产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(22):92-96.

[25] 焦建斌. 不同种植方式对大黄生长和产量的影响[J]. 农业科技与信息, 2016(26):74-75.

[26] 崔锡花. 黑色地膜覆盖对桔梗生长发育的影响[D]. 延吉:延边大学农学院, 2005.

[27] 罗明亮. 黑色地膜覆盖对党参生长发育的影响[J]. 现代农业科技, 2018 (15):91.

[28] 杜晓军, 安贞女, 崔锡花, 等. 覆盖黑色地膜对轮叶党参和桔梗产量及品质的影响[J]. 延边大学农学学报, 2005, 27(4):249-253.

(责任编辑:田　喆)