

孟自力,朱 倩,倪雪峰,等. 封闭式除草剂苗后喷施对小麦生长和杂草的影响[J/OL]. 大麦与谷类科学,2024,41(4):40–46. https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2024.04.008.

封闭式除草剂苗后喷施对小麦生长和杂草的影响

孟自力,朱 倩,倪雪峰,王 祁,吕侠雷,闫向泉,朱 伟*
(商丘市农林科学院,河南 商丘 476000)

摘要:为探究封闭式除草剂苗后喷施对小麦生长和杂草的影响,以周麦 22 为试验材料,设置砒吡草唑用量 125(T1)、250(T2)、500(T3)、1 000(T4)、2 000(T5) g a.i./hm² 和氟噻草胺用量 184.5(T6)、369(T7)、738(T8)、1 476(T9) g a.i./hm² 9 个喷药处理和 1 个空白(清水)对照,研究不同除草剂对小麦光合特性、叶绿素 SPAD 值、光合有效辐射(IPAR)、叶面积指数(LAI)、鲜质量的影响及对杂草的化除效果。结果表明:T1、T6 处理下小麦叶片的净光合速率高于对照,9 个处理蒸腾速率均低于对照,T6、T1 处理数值较大,气孔导度 T1 处理最大;胞间 CO₂ 浓度 T9 处理最大,T1 处理最小。在除草剂施用 21 d 时,T1 处理 SPAD 值与对照差异有统计学意义。T1、T2、T3、T6、T7 处理下,小麦 IPAR 和 LAI 均高于对照,且以 T1 处理下值最大,较对照分别增加 18.37%、37.77%,T2 次之。砒吡草唑施药剂量在 125、250 g a.i./hm² 时(T1 和 T2)对小麦株高和鲜质量没有显著性影响;当剂量 > 250 g a.i./hm² 时,则会出现抑制症状,氟噻草胺不同用量小麦株高和鲜质量均受抑制。可见,T1 和 T2 处理对小麦生长发育影响较小。T4、T5 和 T9 3 个处理对所试杂草鲜质量防效均高于 95%,T1 和 T6 2 个处理对野燕麦的防效不明显。考虑到对小麦生长安全和用药成本,在对节节麦和野燕麦鲜质量防效达到 50%~95%且对其余供试杂草鲜质量防效均高于 95%的 6 个处理(T2、T3、T4、T5、T8、T9)中,推荐 T2 处理用于麦田苗后喷施。

关键词:小麦;除草剂;光合特性;光合有效辐射;杂草;化除效果

中图分类号:S512.1+1

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20240022

小麦的产量、品质受到生育期内所处的包括温度、光照、水分、病虫害、草害等在内的多种因素的综合影响,其中草害可对小麦造成 10% 以上的减产,甚至可造成小麦绝收^[1]。麦田尤其是春季麦田杂草繁多、数量大,人工除草成本较高,而化学药剂除草是当前最省工、最便捷高效、最切实可行的除草方法^[2],化学除草剂用量也随之呈现逐渐上升的变化趋势。化学除草剂使用频次的增加和用量的增大,不但对外界环境造成了污染,还在一定程度上提高了杂草的抗性,加大了除草难度。绿麦隆、异丙隆在过去是麦田理想的除草剂,而当前杂草已对其产生不同的抗性^[3],这使得生产上不得不对小麦进行多次除草,这一方面加大了除草剂田间用药量,另一方面提高了劳动强度和生产成本,也在一定程度上降低了农户种粮的积极性。同时,也有研究表

明,除草剂作为一种胁迫因子,能够对作物自身光合能力、同化物的转运、叶绿体膜的稳定产生不利影响^[4-7],进而影响植株生长发育和后期的产量及品质。砒吡草唑(pyroxasulfone)和氟噻草胺(flufenacet)作为麦田封闭式除草剂以广泛的除草谱、用量低、活性较高等许多特点,备受人们的关注,但有关砒吡草唑和氟噻草胺对小麦安全性评价的文章较少,同时为了解决多次用药问题,选取一种新型作用机理、杀草谱广和对作物安全性高的麦田除草剂在苗后一次性施用显得尤为重要。本文通过研究 2 种不同除草剂对小麦生长和生理特性及田间化除效果的影响,以期为进一步完善黄淮地区小麦安全高效生产技术体系提供依据。

1 材料与方

1.1 试验材料

供试小麦品种:周麦 22(商丘市农林科学院提供),叶色深绿,苗期长势壮,分蘖力中等。供试药剂:480 g/L 砒吡草唑悬浮剂(安徽金敦福农业科技有限公司生产)、41% 氟噻草胺悬浮剂(泸州东方农化有

收稿日期:2024-03-05;修回日期:2024-08-02。

基金项目:河南省小麦产业技术体系专项资助项目(HARS-22-01-Z5);
河南省农业(小麦)良种联合攻关项目(2022010103)。

作者简介:孟自力(1986—),男,硕士,副研究员,主要从事小麦栽培技术研究。Email: 383676450@qq.com。

* 通信作者:朱 伟(1972—),男,硕士,研究员,主要从事小麦育种及栽培技术研究。Email: hn-zhwei@163.com。

限公司生产)。供试杂草:看麦娘(*Alopecurus aequalis* Sobol)、繁缕(*Stellaria media*)、野燕麦(*Avena fatua* L.)、节节麦 [*Aegilops biuncialis* Vis. (Gramineae)]、泽漆(*Euphorbia helioscopia* L.)、婆婆纳(*Veronica serpyllifolia* L.)、播娘蒿[*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl]、荠菜 [*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik]、硬草(*Sorghum halepense*)、宝盖草(*Lamium amplexicaule* L.)、杂草种子在商丘市梁园区烟墩(用药历史为甲基二磺隆)于成熟后采集,自然风干储存于4℃条件下备用。

1.2 试验设计

试验于2022年10月—2023年3月在商丘市农林科学院双八镇试验基地(115°46′~116°29′E、33°32′~34°42′N)进行。根据表1中试验设定的浓度设置9个处理(T1、T2、T3、T4、T5、T6、T7、T8、T9)

和1个空白对照CK,计算好配置母液所需要的药品用量,量取后放至容量瓶中配制成母液,浓度为1%,使用时再进行稀释,从而得到试验方案所设置的各个浓度的药液,以不含药剂的清水作空白对照试验,以41%氟噻草胺悬浮剂作对照药剂。药剂和CK处理均设3次重复,共计30个小区,小区长、宽均为2m,面积4m²,小区间隔1m。播种前用纯氮(N)200kg/hm²、磷肥(P₂O₅)150kg/hm²、钾肥(K₂O)120kg/hm²作基肥1次性施入,返青期不再追肥。于2022年10月15日采用人工穴播的方式进行小麦和杂草的播种,小麦行距20cm、株距2cm,共11行,在小麦行间中间12cm范围内分别种植杂草品种,1行1个杂草品种,每行均匀种植200棵杂草种子,于2023年2月26日小麦返青期人工采用喷壶喷药,喷药后每日观察记录各杂草生长状况。

表1 2种药剂的处理剂量

试验药剂	处理剂量/(g a.i./hm ²)
砒草啞	125(T1)、250(T2)、500(T3)、1 000(T4)、2 000(T5)
氟噻草胺	184.5(T6)、369(T7)、738(T8)、1 476(T9)

注:本表药剂处理剂量均参照药剂包装所示推荐剂量设计。

1.3 测定项目及方法

2023年3月2日(处理后4d,晴天)9:00—11:00选取10张受光方向和生长一致的小麦叶片,使用LI-6200便携式光合仪(美国LI-COR)测定小麦叶光合指标数据;3月2日采用SPAD-502叶绿素仪第1次测定小麦叶片SPAD值,测量后取平均值,3月19日(处理后21d)第2次测定小麦叶片SPAD值;3月19日采用Delta公司(英国)生产的SUNSCAN冠层分析系统(SUNSCAN Canopy Analysis System)测定小麦光合有效辐射(IPAR)和叶面积指数(LAI)。

2023年3月19日取地上部分杂草和小麦植株称质量、采用直尺测量小麦株高,计算鲜质量和株高抑制率。

$$\text{鲜质量(株高)抑制率} = \frac{\text{对照鲜质量(株高)} - \text{处理}}{\text{对照鲜质量(株高)}}。$$

杂草对砒草啞和氟噻草胺的敏感性按鲜质量防效设为5级,分别为:极敏感(++++)、>95%);较敏感(+++,75%~95%);中度敏感(++、50%~74%);不敏感(+、25%~49%);耐药(-、<25%)5个等级。

1.4 数据分析

使用Excel 2007进行数据处理和作图,利用SPSS 25.0进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对小麦光合特性的影响

由表2可知,不同除草剂及用量对小麦叶片净光合速率、蒸腾速率、气孔导度及胞间CO₂浓度的影响存在差异。T1、T5、T6、T8、T9处理下的叶片净光合速率与对照差异均具统计学意义,其中T1、T6处理高于对照,其余7个药剂处理均低于对照。净光合速率以T1处理值最大,较对照增加20.04%;T6处理次之,较对照增加9.13%。9个处理蒸腾速率均低于对照且均较对照差异具统计学意义,表现为T6>T1>T2>T3>T7>T4>T8>T9>T5。气孔导度9个处理中以T1处理下值最大,较对照差异无统计学意义,其余8个处理与对照差异具统计学意义且均低于对照。T1、T2、T3、T6处理的胞间CO₂浓度与对照差异均无统计学意义,T4、T5、T7、T8、T9处理与对照差异均具统计学意义;其中以T9处理下值最大,较对照增加20.36%,T1处理下值最小,较对

照降低 2.83%。除对照外,T1 和 T6 处理小麦叶片的净光合速率、蒸腾速率和气孔导度均表现为高于其他喷药处理,胞间 CO₂ 浓度则相反。可见,T1、T6 处

理下施用的除草剂较其他处理更有利于小麦叶片光合能力的提高,有利于后期光合产物的积累。

表 2 不同处理对小麦光合特性的影响

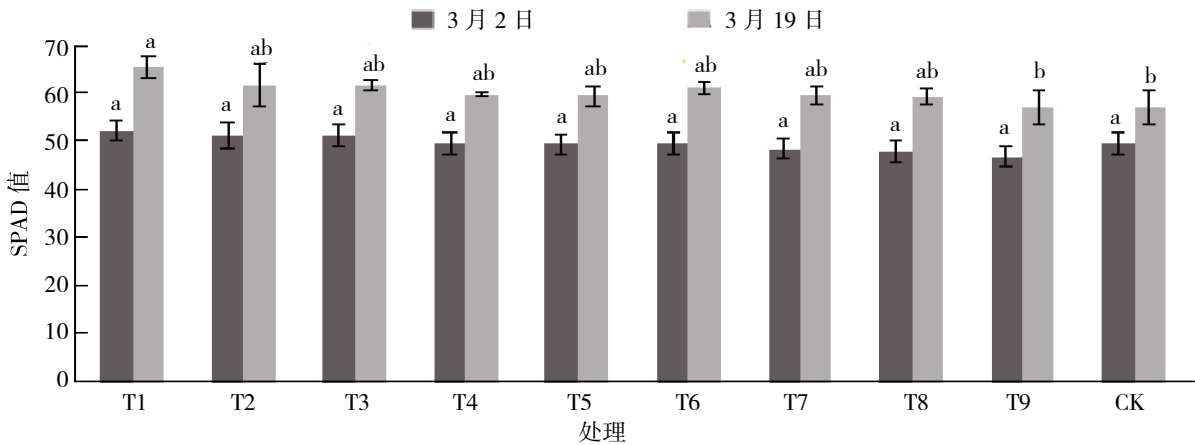
处理	净光合速率 /[$\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]	蒸腾速率 /[$\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]	气孔导度 /[$\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$]	胞间 CO ₂ 浓度 /($\mu\text{mol}/\text{mol}$)
T1	18.15 a	3.43 b	0.39 a	252.26 c
T2	15.04 c	3.40 b	0.33 b	283.77 abc
T3	14.23 cd	3.21 bc	0.32 b	292.48 ab
T4	14.04 cd	2.90 cde	0.22 cd	308.44 a
T5	13.55 d	2.49 f	0.19 d	308.45 a
T6	16.50 b	3.52 b	0.34 b	282.24 abc
T7	14.91 c	3.15 bcd	0.24 c	286.45 a
T8	12.23 e	2.81 def	0.22 cd	308.16 a
T9	10.60 f	2.61 ef	0.18 d	312.47 a
CK	15.12 c	3.93 a	0.40 a	259.62 bc

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。表 3 同。

2.2 不同处理对小麦叶片 SPAD 值的影响

由图 1 可以看出,在除草剂施用 4 d 后,处理和对照间、各处理之间的小麦叶片 SPAD 值基本一致,差异均无统计学意义,表明此时除草剂对小麦叶片 SPAD 值的影响还不明显。但随着时间的后移,在除

草剂施用 21 d 后,T1 处理的 SPAD 值显著高于对照,较对照增加 14.60%,T2—T9 处理 SPAD 值与对照差异无统计学意义。可见,施用除草剂能够较对照处理相对增加小麦叶片 SPAD 值,且 T1 处理下的除草剂能够显著提高小麦叶片 SPAD 值(图 1)。



图中同一日期不同小写字母表示处理间差异有统计学意义($P < 0.05$)

图 1 不同处理对小麦叶片 SPAD 值的影响

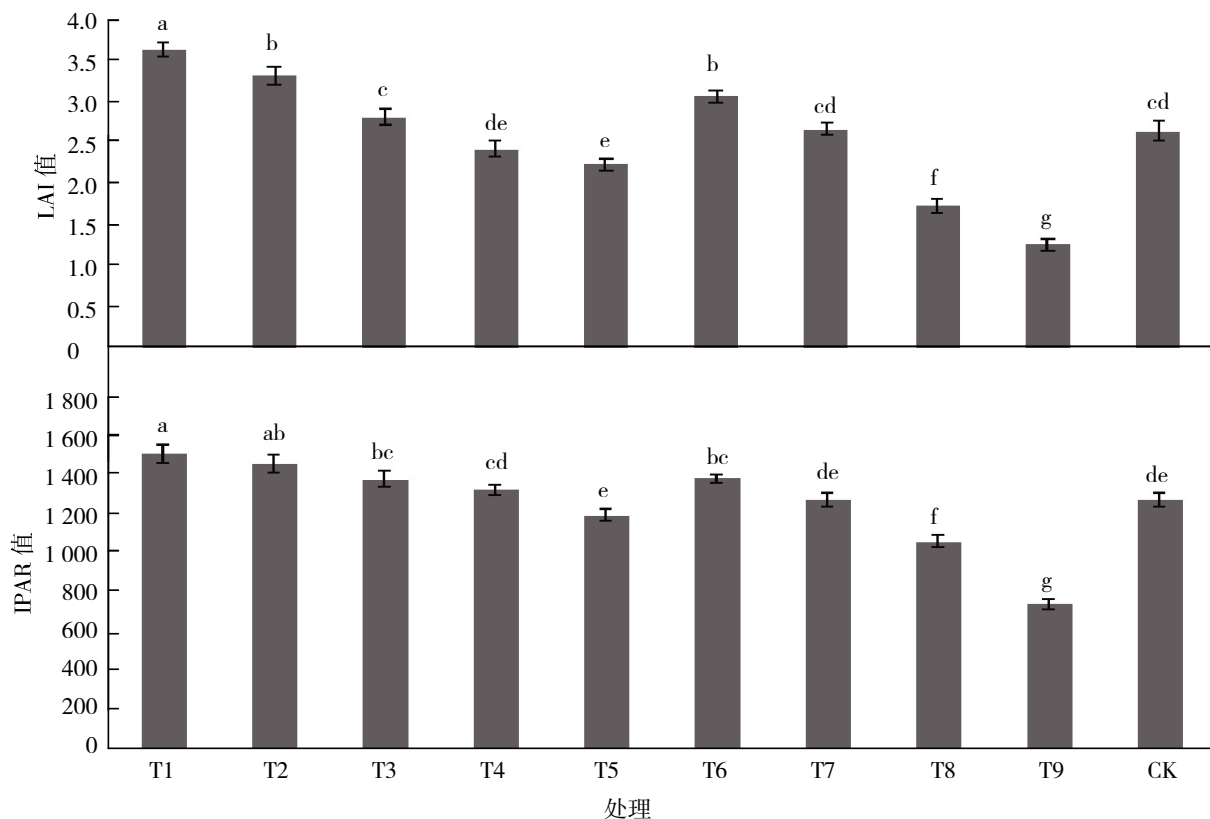
2.3 不同处理对小麦 LAI 和 IPAR 值的影响

由图 2 可以看出,不同除草剂及其用量均会对小麦叶面积指数(LAI)和光合有效辐射(IPAR)造成影响。T1 处理下 LAI 值最大,T2 处理下次之,较对照分别增加 37.64%、25.48%;T9 处理下值最低,较对照降低 52.47%,与对照差异具统计学意义。IPAR

的变化规律与 LAI 类似,T1 处理下 IPAR 值最大,T2 次之,二者较对照分别增加 18.37%、14.51%,与对照差异均具统计学意义,表明该处理下除草剂的施用能够提高小麦植株对光合有效辐射的截获能力。T9 处理下,IPAR 值最低,较对照降低 42.06%,表明这种除草剂的施用对小麦植株光合有效辐射

的增加有抑制作用。可见,T1、T2 处理下的除草剂施用后更有利于小麦 LAI 和 IPAR 的增加, 而 T8、T9

处理下的除草剂作用与之相反。



不同小写字母表示处理间差异有统计学意义($P < 0.05$)

图2 不同处理下小麦 LAI 和 IPAR 值的差异比较

2.4 不同处理对小麦株高和鲜质量的影响

由表 3 可知,不同除草剂处理对小麦的株高和鲜质量影响差异较大。砒吡草唑施药剂量在 125、250 g a.i./hm² 时(T1 和 T2)对小麦生长发育没有影响;当剂量 > 250 g a.i./hm² 时,则会出现抑制症状,T3、T4、T5 处理的株高抑制率分别为 5.8%、15.5%、22.4%,鲜质量抑制率分别为 8.1%、17.7%、24.2%。在试验设置的氟噻草胺不同剂量下,小麦株高都受到了不同程度的抑制:氟噻草胺 T6、T7、T8、T9 这 4 个处理小麦株高抑制率分别达到 14.9%、22.7%、45.9%、63.3%,小麦鲜质量的抑制率分别达到 4.8%、29.0%、46.8%、66.1%。据观察,药后 4 d,高剂量的处理也会出现叶片轻微卷曲的现象,但在药后 21 d,多数扭曲的叶片则又恢复正常的生长发育状态,但是株高受到抑制的现象较为明显。因此,氟噻草胺对小麦品种的安全性比砒吡草唑要差一些。

2.5 不同处理对麦田杂草的化除效果

由表 4 可知,处理后 21 d,不同处理对硬草、繁

缕、芥菜、泽漆的鲜质量防效均高于 95%。砒吡草唑 125 g a.i./hm²(T1)处理对婆婆纳、宝盖草、播娘蒿的鲜质量防效达到 75%~95%,对节节麦的防效不好,鲜质量防效达到 50%~74%,砒吡草唑 125 g a.i./hm²(T1)和氟噻草胺 184.5 g a.i./hm²(T6)对野燕麦的鲜质量防效均在 25%以下,两者单独使用时均不足以防治野燕麦危害,但氟噻草胺 T6 处理对婆婆纳、看麦娘、宝盖草、节节麦鲜质量防效达到 75%~95%;砒吡草唑 250 g a.i./hm²(T2)和氟噻草胺 369 g a.i./hm²(T7)处理下,对婆婆纳、宝盖草、硬草、播娘蒿、繁缕、芥菜、泽漆的防效较好,鲜质量防效均高于 95%,且砒吡草唑相比氟噻草胺对看麦娘和野燕麦防效更好,两者对节节麦的鲜质量防效均为 75%~95%;而在较高剂量(T3—T5、T8—T9)处理下,除野燕麦外,这 2 种除草剂对其他杂草的鲜质量防效均可达 75%~95%,其中,砒吡草唑 1 000(T4)、2 000 g a.i./hm²(T5)和氟噻草胺 1 476 g a.i./hm²(T9)对所试杂草鲜质量防效均高于 95%。

表3 不同处理对小麦株高和鲜质量的影响

处理	株高 /cm	株高抑制率 /%	鲜质量 /g	鲜质量抑制率 /%
T1	36.5 ± 0.3 a	0 f	6.9 ± 0.3 a	0 f
T2	35.6 ± 0.1 b	1.7 ± 0.4 f	6.0 ± 0.2 bc	3.2 ± 2.5 g
T3	34.1 ± 0.4 c	5.8 ± 1.5 e	5.7 ± 0.2 c	8.1 ± 4.2 f
T4	30.6 ± 0.2 d	15.5 ± 0.7 d	5.1 ± 0.1 d	17.7 ± 0.9 e
T5	28.1 ± 0.3 f	22.4 ± 1.0 c	4.7 ± 0.1 e	24.2 ± 0.6 d
T6	30.8 ± 0.3 d	14.9 ± 1.2 d	5.9 ± 0.4 bc	4.8 ± 0.9 g
T7	28.0 ± 1.1 e	22.7 ± 4.4 c	4.4 ± 0.2 e	29.0 ± 3.8 c
T8	19.6 ± 0.7 g	45.9 ± 2.5 b	3.3 ± 0.2 f	46.8 ± 5.5 b
T9	13.3 ± 0.7 h	63.3 ± 2.7 a	2.1 ± 0.1 g	66.1 ± 0.3 a
CK	36.2 ± 0.6 a	—	6.2 ± 0.1 b	—

表4 不同除草剂处理对杂草的防治效果

杂草	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	CK
婆婆纳	+++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++++	++++	-
看麦娘	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	++++	++++	-
宝盖草	+++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++++	++++	-
节节麦	++	+++	+++	++++	++++	+++	+++	++++	++++	-
硬草	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	-
播娘蒿	+++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	-
繁缕	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	-
芥菜	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	-
泽漆	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	-
野燕麦	-	++	++	++++	++++	-	+	++	++++	-

注:++++:鲜质量防效 > 95%;+++ :鲜质量防效 75% ~ 95%;++ :鲜质量防效 50% ~ 74%;+ :鲜质量防效 25% ~ 49%;- :鲜质量防效 < 25%。

3 讨论与结论

光合作用是绿色高等植物获取能量积累营养物质的基础,叶绿素含量高低直接影响植物的光合性能^[8]。但植物的光合能力常常受光照、温度、水分、CO₂等外界环境和自身遗传特性等多种因素的综合影响^[9]。胡战朝等研究得出,48%仲丁灵、40%二甲·辛酰溴、72.2% 2,4-D 丁酯和 75%苯磺隆 4种除草剂均降低皮燕麦和裸燕麦叶片 SPAD 值、净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度及蒸腾速率^[10]。姚永定等研究得出,苄嘧异丙隆用量 2 700 ~ 3 000 g/hm²时,对小麦光合速率及蒸腾速率的影响不显著,当用量达到 3 300 g/hm²时能够显著降低小麦叶片光

合速率和蒸腾速率^[11]。本试验结果表明,在 T1 处理下小麦叶片净光合速率显著高于对照,SPAD 数值喷药 21 d 后也显著高于对照,试验结果与胡战朝等的研究结论^[10]不一致,可能是对照处理杂草的生长与小麦争夺养分从而影响小麦叶片净光合速率和 SPAD 的合成^[12];胞间 CO₂ 浓度、蒸腾速率、气孔导度值均低于对照,但与对照差异无统计学意义,与前人研究结论^[10-11]一致,说明不同施药时期和用药量均会对小麦 CO₂ 浓度、蒸腾速率、气孔导度造成不利影响。本试验条件下,T1 处理净光合速率和 21 d 后 SPAD 值高于对照,一方面是因为除草剂灭除一部分田间杂草,为小麦植株地上部和地下部生长提供了更加充分的营养面积,根部矿质营养吸收竞争减

小,地上部叶片光照利用率提高,植株长势相对较好;另一方面,应该与短期逆境胁迫刺激机体提高自身防御机能有关。除草剂作为一种农业药剂,对小麦是一种胁迫因子,植株接收逆境胁迫信号后启动自身防御机制,提高机体活性氧保护酶抗氧化系统^[13],并提高机体其他合成酶活性,叶绿素含量增加,光合能力提高。另外,于强等有关研究表明除草剂在低浓度对植物的生长有促进作用而高浓度有抑制作用^[14],本试验条件下 T1 处理净光合速率指标高于对照,可能与该浓度下的除草剂非但不会对小麦生长造成抑制,还能在一定程度上促进其生长有关。

植物冠层是植物与外界环境相互作用的最直接界面^[15],它承载着对太阳辐射能的传递作用与合成物质的传输作用。冠层参数中的光合有效辐射(IPAR)高低直接影响植物吸收、转化、合成有机物质的多少^[16],但它又受到叶面积指数、叶片性状、植株生长发育阶段等多种因素的影响^[17]。叶面积指数的增加能够提高单位面积作物的光能截获面积,为光合产物的积累奠定物质基础^[18-19]。本试验条件下, T1 处理下 IPAR 值最大, T2 次之,二者较对照分别增加 18.37%、14.51%,与对照差异均有统计学意义,表明 T1 和 T2 处理所用低浓度的除草剂砒吡草唑不仅不会对小麦造成伤害,还对小麦细胞分裂有一定的促进作用。T9 处理下, IPAR 值最低,表明这种用量除草剂的施用对小麦植株光合有效辐射的增加有抑制作用。不同处理下的除草剂对小麦 LAI 变化规律的影响与对 IPAR 的影响一致,这是因为 LAI 与 IPAR 具有正相关的相互关系。结合除草效果判断,以 T1 处理所用除草剂对小麦 IPAR 和 LAI 的促进作用最佳。

麦田禾本科和阔叶杂草种类繁多,杂草生长一方面与小麦争夺地下矿质营养和水分,另一方面挤占地下和地上部生长所需的生态空间,因此防控不及时与不到位会严重制约小麦植株的长势与后期的产量和品质。人工除草能够有效减少田间杂草数量,弊端是除草难度大、费时费工,而田间化学除草省时省工、操作简便高效,是当前麦田除草的主要方式^[20]。砒吡草唑属于含有三唑啉啉结构的除草剂,在植物体内根、幼叶均可吸收,主要破坏顶端分生组织生长,抑制细胞分裂,最终使植株死亡^[21-22],可广泛应用于多种大田作物上。氟噻草胺是一个氧乙酰替苯胺类(在酰胺类化合物中引入杂环和氟原子)除草剂,主要通过抑制细胞分裂与生长而发挥作用^[23]。本试验大田条件下,供试的 2 个除草剂设置的 9 个处理中,

有 3 个处理(砒吡草唑 1 000、2 000 g a.i./hm² 和氟噻草胺 1 476 g a.i./hm²)对所试杂草鲜质量防效均高于 95%,2 个处理(砒吡草唑 125 g a.i./hm² 和氟噻草胺 184.5 g a.i./hm²)对野燕麦的防效不明显。其中,对节节麦和野燕麦鲜质量防效达到 50%~95%的 6 个处理中以推荐用量砒吡草唑 250 g a.i./hm² 的除草效果最为合适,其他 5 个处理效果也很明显,但其他处理药量均高于正常用药量,不仅对小麦有影响,还增加了用药成本。基于前述,氟噻草胺最低用量 T6 处理对小麦株高和鲜质量的抑制率分别为 14.9%和 4.8%,已经明显影响了小麦的生长, T8—T9 处理甚至还不能保证小麦的安全性。因此,考虑到对小麦叶片光合特性、IPAR、LAI、SPAD 值及小麦植株的影响,故在苗后麦田进行杂草化除时推荐使用砒吡草唑 250 g a.i./hm²(T2)处理。

参考文献:

- [1] 王克功,曹亚萍,卫玲,等. 除草剂对节节麦的防效及小麦生长的影响[J]. 山西农业科学,2011,39(4):352-355.
- [2] 袁卉霞,牛瑞明,刘俊喜,等. 冀西北坝上地区苜蓿田间除草剂的筛选研究[J]. 河南农业科学,2009,38(11):90-93.
- [3] 梁帝允,李香菊. 小麦田杂草防除技术[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2017.
- [4] 王正贵,周立云,郭文善,等. 除草剂对小麦光合特性及叶绿素荧光参数的影响[J]. 农业环境科学学报,2011,30(6):1037-1043.
- [5] 吴进才,许俊峰,冯绪猛,等. 稻田常用农药对水稻 3 个品种生理生化的影响[J]. 中国农业科学,2003,36(5):536-541.
- [6] 王鑫,郭平毅,原向阳,等. 二甲四氯对罂粟叶绿素含量及光合作用的影响[J]. 山西农业科学,2009,37(7):48-50.
- [7] 王伟,郭平毅,原向阳,等. 冬小麦叶片光合特性对除草剂世玛的响应及其机理[J]. 麦类作物学报,2011,31(3):540-543.
- [8] 赵勇,罗志明,朱建荣,等. 基于叶绿素 SPAD 值分析甘蔗对除草剂反应的差异[J]. 亚热带农业研究,2018,14(3):157-162.
- [9] 张莉娜,安黎哲. 增强 UV-B 辐射和干旱对春小麦光合作用及其生长的影响[J]. 西北植物学报,2010,30(5):981-986.
- [10] 胡战朝,赵桂琴,刘欢,等. 4 种除草剂对皮燕麦、裸燕麦不同生育时期光合特性的影响[J]. 草原与草坪,2012,32(4):44-49,55.
- [11] 姚永定,张伟红,李淑能,等. 苄嘧异丙隆对晋麦 47 光合特性及产量的影响[J]. 山西农业科学,2019,47(2):185-187.
- [12] 侯红乾. 冬小麦-杂草氮素营养竞争研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2007:6-7.
- [13] 柯玉琴,潘廷国. NaCl 胁迫对甘薯叶片叶绿体超微结构及一些酶活性的影响[J]. 植物生理学报,1999,25(3):229-233.

- [14] 于强,谢贤群,孙菽芬. 植物光合生产力与冠层蒸散模拟研究进展[J]. 生态学报,1999,19(5):744.
- [15] 孟令曾,张教林,曹坤芳,等. 迁地保护的4种龙脑香冠层叶光合速率和叶绿素荧光参数的日变化[J]. 植物生态学报,2005,29(6):976-984.
- [16] 邱建丽,李意德,陈德祥,等. 森林冠层结构的生态学研究现状与展望[J]. 广东林业科技,2008,24(1):75-82.
- [17] 张小全,徐德应,赵茂盛. 林冠结构、辐射传输与冠层光合作用研究综述[J]. 林业科学研究,1999,12(4):411-421.
- [18] 吕丽华,陶洪斌,夏来坤,等. 不同种植密度下的夏玉米冠层结构及光合特性[J]. 作物学报,2008,34(3):447-455.
- [19] 朱春全,雷静品,刘晓东,等. 不同经营方式下杨树人工林叶面积分布与动态研究[J]. 林业科学,2001,37(1):46-51.
- [20] 牛红红,武巍,蔡玉,等. 农田的杂草抗药性及其防治措施探析[J]. 农业与技术,2009,29(4):55-57.
- [21] 杨吉春,范玉杰,吴峤,等. 新型除草剂 pyroxasulfone[J]. 农药,2010,49(12):911-914.
- [22] 苏少泉. 三唑嘧啶类除草剂的开发[J]. 现代农药,2008,7(5):12-16.
- [23] 苏少泉. 除草剂新品种 Pyroxasulfone 的开发与使用[J]. 农药,2012,51(2):133-134.

Effect of Post-emergence Closed Herbicide Spraying on Wheat Growth and Weed Control

MENG Zili, ZHU Qian, NI Xuefeng, WANG Qi, LYU Xialei, YAN Xiangquan, ZHU Wei

(Shangqiu Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shangqiu 476000, China)

Abstract: To investigate the effects of post-emergence spraying of closed herbicides on wheat growth and weeds, Zhoumai 22 was used as the experimental material. Nine spraying treatments were set up including pyroxasulfone doses of 125 (T1), 250 (T2), 500 (T3), 1 000 (T4) and 2 000 (T5), and flufenacet doses of 184.5 (T6), 369 (T7), 738 (T8), and 1 476 (T9) (g a.i./hm²), and one blank control. The effects of different herbicides on wheat photosynthetic characteristics, chlorophyll SPAD values, photosynthetically active radiation (IPAR), leaf area index (LAI) and fresh weight, and the chemical control effect of pyroxasulfone on weeds were studied. The results showed that the net photosynthetic rate of leaves under T1 and T6 treatments was higher than that of the control, and the transpiration rate of all 9 treatments was lower than that of the control. The values of T6 and T1 treatments were larger, and the stomatal conductance was highest under T1 treatment. The intercellular CO₂ concentration was highest under T9 treatment, and the value was lowest under T1 treatment. There was a statistically significant difference between T1 treatment and control after 11 days of herbicide application. Under T1, T2, T3, T6 and T7 treatments, wheat IPAR and LAI were higher than those of the control, with the highest values under T1 treatment, which increased by 18.37% and 37.77% respectively, followed by T2 treatment. There was no significant effect on wheat plant height and fresh weight at doses of 125 and 250 g a.i./hm² (T1 and T2) of pyroxasulfone. When the dose is greater than 250 g a.i./hm², inhibitory symptoms will occur, and the height and fresh weight of wheat plants will be inhibited by different doses of flufenacet. It can be seen that T1 and T2 treatments have little effect on the growth and development of wheat. The control effects of T4, T5 and T9 treatments on the fresh weight of the tested weeds were all higher than 95%, while the control effects of T1 and T6 treatments on wild oats were not significant. Considering the safety of wheat growth and the cost of medication, among the six treatments (T2, T3, T4, T5, T8 and T9) with a fresh weight control effect of > 50% to 95% on *Aegilops tauschii* and wild oats, and a fresh weight control effect of over 95% on other tested weeds, T2 treatment is recommended for post-emergence spraying in wheat fields.

Key Words: Wheat; Herbicide; Photosynthetic characteristic; Photosynthetically active radiation; Weed; Chemical control effect

本刊加入有关数据库的特别声明

为了适应我国期刊信息化建设的需要和扩大作者学术交流渠道,实现期刊编辑、出版工作的网络化与数字化,提高作者所发表论文的被引频次与影响力,本刊已加入《中国学术期刊(光盘)》、“中国期刊网”“万方数据—数字化期刊群”、重庆维普“中文期刊数据库”、超星期刊“域出版”平台和国家科技学术期刊开放平台等。作者无需另外支付网络编审费。作者著作权使用费与本刊稿酬由本刊编辑部一次性给付作者。如作者不同意编入上述数据库,请务必提供书面说明。所刊载文献被以各种形式转载时请注明来源于本刊。

《大麦与谷类科学》杂志编辑部