

王晓琳, 张卓亚, 伏 进, 等. 秸秆还田条件下不同播种量结合除草剂对杂草和小麦生长的影响[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(2): 307-313.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2017.02.011

秸秆还田条件下不同播种量结合除草剂对杂草和小麦生长的影响

王晓琳¹, 张卓亚¹, 伏 进², 李 贵¹

(1. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 江苏 南京 210014; 2. 江苏省国营白马湖农场, 江苏 淮安 223216)

摘要: 通过田间小区试验研究秸秆还田条件下小麦不同播种量结合除草剂对杂草抑制效果和小麦产量的影响。结果表明: 不使用除草剂的情况下, 随着小麦播种量上升, 看麦娘和蒭草的发生密度呈下降趋势, 与 75.0 kg/hm² 播种量相比, 112.5~225.0 kg/hm² 播种量下小麦田杂草发生密度显著降低 24.64%~77.73%。相同播种量下, 不同剂量化学除草剂对看麦娘发生的抑制作用有显著差异, 与相同播种量、不使用除草剂相比, 5% 唑啉· 炔草酯 EC 60 g/hm², a. i 对看麦娘和蒭草抑制作用分别为 52.46%~74.44% 和 44.55%~75.44%。相同除草剂使用剂量下, 随播种量增加, 杂草受抑制作用也呈上升趋势, 其中 5% 唑啉· 炔草酯 EC 30 g/hm², a. i, 小麦播种量 150.0~225.0 kg/hm² 时, 与 75.0 kg/hm² 播种量相比, 看麦娘密度显著下降 28.43%~50.00%, 蒭草密度显著下降 70.80%~83.70%。可见适当提高小麦播种量可通过改变小麦-杂草生态竞争关系, 抑制杂草发生密度, 提高化学除草效果, 而且适当增加小麦播种量, 配合使用 5% 唑啉· 炔草酯 EC 对小麦生长发育、光合作用等没有显著不利影响, 150.0 kg/hm² 小麦播种量时, 使用 5% 唑啉· 炔草酯 EC 有助于提高小麦产量, 但不同剂量之间没有显著差异, 187.5 kg/hm² 小麦播种量时, 是否使用除草剂对小麦产量没有显著影响, 秸秆还田条件下适当增加小麦播种量可促进化学除草剂使用量的降低。

关键词: 秸秆还田; 播种量; 除草剂; 除草效果; 产量

中图分类号: S512.1⁺10.42; S482.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2017)02-0307-07

Effects of seeding rate combined with herbicide application on weeds and wheat growth under the condition of rice straw returning

WANG Xiao-lin¹, ZHANG Zhuo-ya¹, FU Jin², LI Gui¹

(1. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. State-run Baimahu Farm of Jiangsu Province, Huai'an 223216, China)

Abstract: This study investigated the effects of seeding rates combining herbicide use on the weeds growth and wheat yield in wheat fields returned with rice straw. Under the condition of no herbicide use, the decrease in wheat seeding rate reduced the weed density of *Alopecurus aequalis* Sobol. and *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald. The seeding rates at

收稿日期: 2016-10-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(31272080); 公益性行业(农业)科研专项(201303022); 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD19B02)

作者简介: 王晓琳(1986-), 女, 辽宁营口人, 硕士, 助理研究员, 从事杂草及其治理技术研究。(E-mail) morethan365@126.com

通讯作者: 李 贵, (E-mail) ippligui@126.com

112.5~225.0 kg/hm² of wheat decreased the weed density by 24.64%~77.73%, compared with the seeding rate at 75.0 kg/hm². In the wheat fields with the same seeding rate, herbicides inhibited the emergence of *A. aequalis*. Compared to the wheat fields with the same seeding rates and no herbicide use, the inhibitory effects of the mixture of 5% pinoxaden · clodinafop-propargyl EC at 60

g/hm^2 , a. i on *A. aequalis* and *B. syzigachne* were decreased by 52.46%–74.44% and 44.55%–75.44%, respectively. Under the same dosage of herbicide, there has also been a significant rise in the inhibition of weeds caused by the increase of seeding rate. When the wheat seeding rates rose from 150.0 kg/hm^2 to 225.0 kg/hm^2 in the field with 5% pinoxaden · clodinafop-propargyl EC at 60 g/hm^2 , a. i, the *A. aequalis* and *B. syzigachne* densities were reduced by 28.43%–50.00% and 70.80%–83.70% compared with the seeding rate at 75.0 kg/hm^2 . It was inferred that a proper increase in wheat seeding rate could inhibit weed growth, thereby improved the chemical herbicide effect through changing the ecological competition between wheat and weeds.

Key words: straw residue; seeding rate; herbicide; weeding effect; yield

近年来,为有效解决秸秆露天焚烧和弃置问题,农作物秸秆还田技术得到了广泛推广和运用^[1]。秸秆还田的农田生态效应包括改善土壤理化性质、增加土壤湿度、蓄水保墒、增加土壤肥力、增加土壤微生物数量、提高土壤酶活性等^[2-8],同时秸秆还田还可提高小麦灌浆期旗叶光合性能,促进产量增加^[9]。另外秸秆还田可抑制杂草、病菌等有害生物的发生,秸秆还田深度达 20 cm 以上时,二化螟幼虫死亡率达 60% 以上^[10],随着水稻秸秆还田量增加,小麦田禾本科杂草发生密度下降^[11]。但同时也有一些研究结果表明秸秆还田可能会提高小麦赤霉病的病穗率和病情指数,加重病害危害程度^[12]。

江苏省稻茬麦田杂草以看麦娘 (*Alopecurus aequalis* Sobol.)、蒭草 [*Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald.] 等禾本科杂草为优势种,它们主要在冬前集中萌发,返青拔节期生长迅速,严重影响小麦生长和产量,生产中通常使用异丙隆、精噁唑禾草灵、炔草酯等进行化学防除,但秸秆还田等技术的推广明显改变了作物-杂草生态关系,传统的化学防治技术面临挑战,同时对化学除草剂的过度依赖也导致抗药性杂草发展迅速^[13-14],生态安全隐患明显增加^[15-16]。因此,基于秸秆还田的化学除草剂减施增效是农田杂草治理的发展方向^[17-19]。虽然有研究结果表明平衡施肥、适当密植可以降低冬小麦田杂草的发生密度^[20-21],但农艺措施对化学除草剂生物活性和安全性的影响,尤其是秸秆还田条件下农艺措施与化学除草剂生物活性的相互关系,目前少见报道。本研究通过田间试验考察秸秆还田条件下小麦播种密度对 5% 唑啉·炔草酯 EC 防除看麦娘、蒭草效果及对小麦生长和产量的影响,探讨秸秆还田条件下小麦播种量对化学除草剂生物活性的影响。

1 材料与方法

1.1 供试材料

小麦:扬麦 16 号(江苏金土地种业有限公司生产);除草剂:5% 唑啉·炔草酯 EC(瑞士先正达作物保护有限公司产品);仪器:SPAD-502 便携式叶绿素计,由日本 Minolta 公司生产;LI-6400 便携式光合作用测定系统,由美国 LI-COR 公司生产。天文牌 3WD-16 背负式电动喷雾器;Teejet 8002 EVS 扇形喷头,工作压力 0.2~0.4 MPa,由台州市黄岩天文模具有限公司生产。

1.2 试验设计

试验于 2013–2014 年在江苏省农业科学院植物保护研究所实验场进行,土壤为马肝土,pH 值 7.5,土壤有机质含量为 11.0 g/kg,有效氮(N) 5.1 g/kg,全磷(P_2O_5) 1.3 g/kg,全钾(K_2O) 6.6 g/kg。2013 年 11 月 2 日水稻机械收割的同时将秸秆粉碎,然后用旋耕机浅旋后 11 月 9 日按试验设计播种小麦,小麦播种量分别为:50% 常规播种量(75.0 kg/hm^2)、75% 常规播种量(112.5 kg/hm^2)、常规播种量(150.0 kg/hm^2)、125% 常规播种量(187.5 kg/hm^2)、150% 常规播种量(225.0 kg/hm^2)。2014 年 3 月 8 日按试验设计使用不同剂量 5% 唑啉·炔草酯 EC,其用量分别为:0、1/2 推荐剂量[30 g/hm^2 , a. i]、推荐剂量[60 g/hm^2 , a. i],共 15 个处理,每处理 4 次重复,共 60 个小区,随机区组排列,小区面积 16.5 m^2 。常规防治病虫。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 杂草调查 于除草剂使用后 28 d 调查不同处理主要杂草株数。采用随机取样计数法,分别调查不同处理的蒭草和看麦娘株数,每小区取 5 点,每点 0.25 m^2 。

1.3.2 小麦叶绿素含量测定 于小麦抽穗期和灌

浆期使用 SPAD-502 便携式叶绿素计测定不同处理小麦全展开叶或旗叶相对叶绿素含量 (SPAD 值), 每处理 8 次重复。

1.3.3 小麦光合参数测定 于晴朗天气上午 9:00–11:30 使用 LI-6400 便携式红外气体分析仪测定抽穗期和灌浆期长势均匀的小麦植株完全展开叶或旗叶净光合速率 (P_n)、气孔导度 (Cond) 和蒸腾速率 (T_r), 测量条件为: 自然 CO_2 浓度, 红蓝光源 (LI-6400-02B LED), 光有效辐射强度 (PAR) 为 $1\ 000\ \mu mol/(m^2 \cdot s)$, 每处理 4 次重复。

1.3.4 产量调查 小麦收获期分别测定不同处理的小麦产量及小麦产量因子有效穗数、穗粒数、千粒质量。

1.4 数据分析与方法

数据分析采用 Excel 和 DPS3.01 分析软件, 用 Duncan's 新复极差法对平均数进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田条件下播种量和除草剂对禾本科杂草发生的影响

从表 1 可知, 不使用除草剂条件下, 看麦娘和茼

草发生密度随小麦播种量的增加而呈下降趋势, 与 $75.0\ kg/hm^2$ 播种量相比, $112.5 \sim 225.0\ kg/hm^2$ 播种量下看麦娘发生密度下降 $24.64\% \sim 55.80\%$, 茼草发生密度下降 $29.55\% \sim 77.73\%$, 均显著降低 ($P < 0.05$)。分析认为播种量适当增加会促进小麦竞争优势, 抑制杂草萌发和生长。5% 唑啉·炔草酯 EC 同样可抑制看麦娘和茼草发生密度, 且相同播种量下, 5% 唑啉·炔草酯 EC 不同剂量之间对看麦娘抑制作用有显著差异, 与相同播种量、不使用除草剂相比, 5% 唑啉·炔草酯 EC $60\ g/hm^2$, a. i 对看麦娘和茼草抑制作用分别为 $52.46\% \sim 74.44\%$ 和 $44.55\% \sim 75.44\%$ 。另外, 相同除草剂使用剂量下, 随播种量增加, 杂草受抑制程度也呈上升趋势, 其中 5% 唑啉·炔草酯 EC $30\ g/hm^2$, a. i, 小麦播种量 $150.0 \sim 225.0\ kg/hm^2$ 下看麦娘密度较 $75.0\ kg/hm^2$ 播种量显著下降 $28.43\% \sim 50.00\%$, 茼草密度显著下降 $70.80\% \sim 83.70\%$ 。5% 唑啉·炔草酯 EC $60\ g/hm^2$, a. i, 播种量 $150.0 \sim 225.0\ kg/hm^2$ 下看麦娘密度较 $75.0\ kg/hm^2$ 小麦播种量显著下降 $42.00\% \sim 54.00\%$, 茼草密度显著下降 $58.08\% \sim 63.43\%$ 。可见适当增加小麦播种量可抑制看麦娘和茼草发生密度, 后期再使用化学除草剂, 可提高化学防治效果。

表 1 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦田禾本科杂草发生的影响

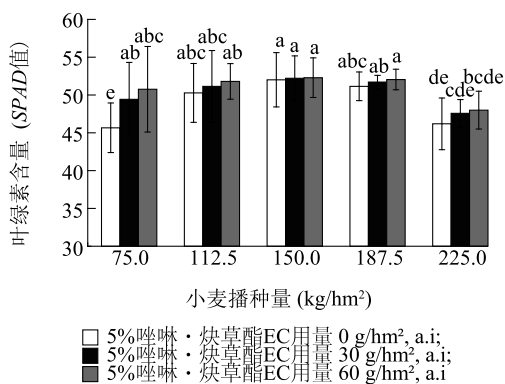
Table 1 Effects of wheat seeding rate and herbicide on the occurrence of Gramineae weeds in wheat fields returned with rice straw

小麦播种量 (kg/hm^2)	5% 唑啉·炔草酯 EC 用量 [g/hm^2 , a. i]	看麦娘密度 (株, 每 $0.25\ m^2$)	茼草密度 (株, 每 $0.25\ m^2$)
75.0	0	$13.8 \pm 1.2a$	$49.4 \pm 3.1a$
	30	$10.2 \pm 1.1b$	$41.1 \pm 4.9b$
	60	$5.0 \pm 1.7de$	$16.7 \pm 4.9ef$
112.5	0	$10.4 \pm 2.5b$	$34.8 \pm 5.8c$
	30	$9.7 \pm 1.6b$	$20.4 \pm 8.8e$
	60	$3.8 \pm 1.9ef$	$12.2 \pm 3.6fg$
150.0	0	$9.0 \pm 1.6b$	$28.5 \pm 5.7d$
	30	$7.3 \pm 0.9c$	$12.0 \pm 5.6fgh$
	60	$2.3 \pm 1.3f$	$7.0 \pm 5.4gh$
187.5	0	$9.4 \pm 2.5b$	$19.5 \pm 12.9e$
	30	$6.6 \pm 3.0cd$	$11.0 \pm 4.3fgh$
	60	$2.7 \pm 1.6f$	$6.8 \pm 4.8gh$
225.0	0	$6.1 \pm 2.8cd$	$11.0 \pm 5.4fgh$
	30	$5.1 \pm 1.3de$	$6.7 \pm 3.1gh$
	60	$2.9 \pm 1.4f$	$6.1 \pm 2.3h$

同一列数据不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.2 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦叶绿素含量的影响

从图 1 和图 2 可以看出,不使用除草剂条件下,112.5~187.5 kg/hm²小麦播种量处理,抽穗期小麦叶片叶绿素含量显著高于 75.0 kg/hm²和 225.0 kg/hm²播种量处理,灌浆期小麦叶片叶绿素含量也显著高于 75.0 kg/hm²播种量处理,分析认为,适宜播种密度下,田间水分蒸发少,有利于提高小麦生育后期叶绿素含量。相同播种量下,化学除草剂对小麦叶绿素含量的影响趋势不完全一致,正常播种量 150.0 kg/hm²以上,使用 5%唑啉·炔草酯 EC 对小麦叶片叶绿素含量没有显著影响。



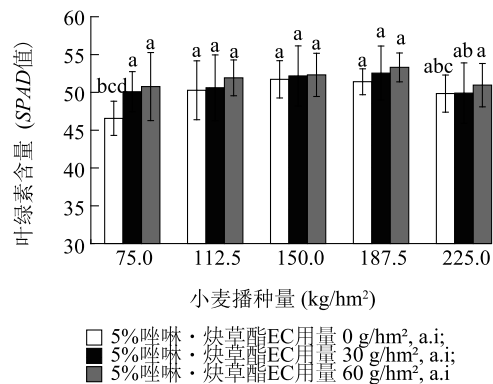
不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图 1 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦抽穗期叶绿素含量的影响

Fig.1 Effects of wheat seeding rate and herbicide on chlorophyll II content of wheat at heading under the condition of rice straw returning

2.3 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦光合参数的影响

由表 2 可知,秸秆还田条件下,不使用化学除草剂时,150.0 kg/hm²播种量下,灌浆期小麦净光合速率显著高于 75.0 kg/hm²、187.5 kg/hm²和 225.0 kg/hm²播种量,分析认为,秸秆还田条件下,适宜播种量促进小麦生育后期功能叶水分利用效率,有利于小麦生育后期光合性能的提高^[22]。相同播种密度下,5%唑啉·炔草酯 EC 对小麦光合参数基本没有显著影响,但 150.0 kg/hm²播种量在抽穗期和 75.0 kg/hm²播种量在灌浆期,5%唑啉·炔草酯 EC 60 g/hm², a. i 处理分别促进小麦净光合速率约 16.11%和 17.83%。



不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

图 2 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦灌浆期叶绿素含量的影响

Fig.2 Effects of wheat seeding rate and herbicide on chlorophyll II content of wheat at grain filling under the condition of rice straw returning

2.4 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦产量的影响

由表 3 中可以看出,不使用除草剂时,小麦每穗粒数和千粒质量随着播种密度升高而呈下降趋势,有效穗数呈上升趋势,小麦产量则在 187.5 kg/hm²播种量下达到最高,可见适当增加播种密度有助于建立合理的群体结构,促进产量提高。150.0 kg/hm²小麦播种量时,5%唑啉·炔草酯 EC 有助于提高小麦产量,但不同剂量之间没有显著差异,187.5 kg/hm²小麦播种量时,是否使用除草剂对小麦产量并没有显著的影响,可见秸秆还田条件下适当增加小麦播种量可促进化学除草剂使用量的降低。

3 讨论

耕作方式及播种量对杂草发生密度有显著影响,田欣欣等^[23]研究连续 5 年秸秆全量还田下不同耕作措施对冬小麦田杂草生物多样性的结果表明,免耕和旋耕操作下田间杂草丰富度和均匀度均较低,150.0~187.5 kg/hm²冬小麦播种量对杂草发生有良好的控制作用^[21]。本研究结果表明秸秆还田条件下,小麦播种量从 75.0 kg/hm²增至 225.0 kg/hm²时,看麦娘和蔺草发生密度随小麦播种量的增加而呈明显下降趋势,这与前人结论基本一致;本研究还发现,结合 5%唑啉·炔草酯 EC 使用可进一步抑制杂草生长发育,但 225.0 kg/hm²播种密度下,

表 2 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦光合参数的影响

Table 2 Effects of wheat seeding rate and herbicide on the photosynthetic parameters of wheat under the condition of rice straw returning

调查时期	小麦播种量 (kg/hm ²)	5%唑啉·炔草酯 EC (g/hm ² , a. i)	净光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	气孔导度 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	蒸腾速率 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]
抽穗期	75.0	0	16.88±0.91de	0.22±0.03a	3.11±0.40d
		30	18.36±0.07bcd	0.28±0.04a	3.79±0.98abcd
		60	18.30±0.63bcd	0.29±0.04a	3.83±0.26abcd
	112.5	0	18.21±1.52bcd	0.23±0.01a	3.95±0.11abcd
		30	19.13±1.66abc	0.27±0.03a	4.11±0.62abcd
		60	19.45±1.34ab	0.30±0.10a	4.43±1.27ab
	150.0	0	18.13±2.27bcd	0.25±0.05a	4.23±0.35abc
		30	19.52±2.30ab	0.27±0.03a	4.18±0.51abc
		60	21.05±2.13a	0.30±0.01a	4.52±0.92a
	187.5	0	18.34±0.92bcd	0.23±0.10a	3.76±0.39abcd
		30	19.53±0.31ab	0.25±0.05a	3.50±0.10bcd
		60	19.66±0.78ab	0.26±0.01a	3.59±0.06abcd
	225.0	0	17.15±0.63ede	0.22±0.02a	3.22±0.01cd
		30	15.41±0.27e	0.23±0.05a	3.41±0.68bcd
		60	16.50±0.01de	0.26±0.05a	3.72±0.58abcd
灌浆期	75.0	0	15.03±2.51c	0.40±0.01b	4.74±0.10a
		30	16.42±0.32abc	0.46±0.14ab	4.90±0.90a
		60	17.71±0.12a	0.45±0.05ab	5.07±0.71a
	112.5	0	16.64±0.67abc	0.48±0.02ab	5.04±0.38a
		30	17.82±0.30a	0.53±0.05a	5.23±0.53a
		60	17.98±0.15a	0.52±0.04a	5.24±0.67a
	150.0	0	18.32±2.62a	0.50±0.01a	5.20±0.33a
		30	18.24±0.42a	0.49±0.05ab	5.10±0.65a
		60	18.05±1.97a	0.55±0.02a	5.41±0.07a
	187.5	0	15.40±1.47bc	0.49±0.03ab	4.74±0.42a
		30	16.77±0.60abc	0.50±0.08a	5.20±0.05a
		60	17.22±0.43ab	0.52±0.04a	5.23±0.73a
	225.0	0	14.75±0.31c	0.48±0.05ab	4.68±0.99a
		30	16.36±0.04abc	0.51±0.07a	5.19±0.91a
		60	16.80±1.79abc	0.51±0.05a	5.11±0.52a

同一列数据不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

表 3 秸秆还田条件下播种量和除草剂对小麦产量和产量构成因素的影响

Table 3 Effects of wheat seeding rate and herbicide on the yield and yield components of wheat under the condition of rice straw returning

小麦播种量 (kg/hm ²)	5%唑啉·炔草酯 EC (g/hm ² , a. i)	每穗粒数	千粒质量 (g)	有效穗数 (×10 ⁶ , 1 hm ²)	产量 (kg/hm ²)
75.0	0	47.13±1.81ab	43.43±0.49a	2.84±0.37j	5 186.94±317.46f
	30	47.88±3.52a	43.55±0.81a	3.40±0.75i	6 502.27±341.00e
	60	42.38±4.27cd	42.72±1.21ab	3.99±0.34gh	7 362.77±763.81bede
112.5	0	46.50±4.14ab	42.25±1.22abc	3.51±0.28hi	6 643.78±443.34de
	30	43.50±3.82bc	42.59±1.01ab	4.1±0.16g	7 253.47±364.65cde
	60	41.75±2.49cd	42.13±1.36abc	4.31±0.54fg	7 728.12±913.25abcd
150.0	0	44.75±1.49abc	40.40±1.64cde	4.36±0.99fg	7 556.77±342.36bede
	30	41.88±4.02cd	41.47±1.11bed	4.75±0.81ef	7 723.41±700.06abcd
	60	41.38±5.34cd	41.97±1.10abc	4.73±0.47ef	8 785.04±619.88a
187.5	0	38.38±4.75de	38.49±1.13fgh	5.01±0.27de	7 846.13±603.35abcd
	30	38.75±4.46de	39.73±1.53def	5.31±0.26cd	7 940.12±1 274.33abc
	60	36.75±2.76e	40.58±4.28cde	5.40±0.36bcd	8 525.03±1 266.65ab
225.0	0	36.88±2.36e	37.62±1.07gh	5.60±0.73abc	6 435.95±689.47e
	30	34.63±3.74ef	37.48±1.64h	5.88±0.71ab	6 885.70±767.42cde
	60	32.50±4.66f	39.28±1.91efg	6.10±0.40a	7 212.94±528.33cde

同一列数据不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

5%唑啉·炔草酯 EC 使用与否对菵草的控制效果没有显著差异,表明适当提高播种量有助于降低化学除草剂用量。

过低或过高的播种量都不利于作物建立合理的群体结构,并影响光合产物的形成^[24],光合作用在叶绿体中进行,叶绿体中的叶绿素是小麦叶绿体中参与光合作用最为重要的光合色素,其在光合作用中起着重要作用^[25],而作物光合特性显著影响作物产量。小麦生育后期是小麦籽粒产量形成的重要时期,该时期的叶片光合能力对小麦产量具有重要意义^[26],适宜的小麦播种量田间水分蒸发少,有利于提高小麦生育后期光合性能,促进光合产物积累。本研究结果表明,秸秆还田条件下,不使用化学除草剂时,150.0 kg/hm²播种量下,灌浆期小麦净光合速率显著高于其他播种量处理。但相同播种量处理下,5%唑啉·炔草酯 EC 对小麦光合参数基本没有影响,对正常播种量 150.0 kg/hm²以上处理小麦叶片叶绿素含量也没有显著影响。可见适当提高播种密度有助于小麦借助合理的群体结构和竞争优势显著抑制杂草发生密度,且唑啉·炔草酯结合适当提高播种量对小麦田杂草的生态控制效应体现更明显。

有研究结果表明秸秆还田能通过提高小麦千粒质量和每穗粒数而提高小麦产量^[9,27]。但本研究结果表明秸秆还田、不使用除草剂条件下,小麦每穗粒数和千粒质量随着播种量升高而呈下降趋势,有效穗数呈上升趋势,小麦产量先增加后降低,且在 187.5 kg/hm²播种量下最高。说明小麦单位面积的产量是每穗粒数、千粒质量和单位面积有效穗数综合作用的结果,密度过低或过高都不利于提高小麦产量^[28],而秸秆还田量、还田方式、还田年限等是导致研究结果不同的可能原因。另外,150.0 kg/hm²小麦播种量时,5%唑啉·炔草酯 EC 有助于提高小麦产量,但不同剂量之间没有显著差异,187.5 kg/hm²小麦播种量时,是否使用除草剂对小麦产量没有显著的影响,说明适当提高播种量结合唑啉·炔草酯使用对小麦田杂草控制效果体现更明显,随着播种量的增加,除草剂使用对小麦产量的影响逐渐降低。秸秆还田条件下 150.0 ~ 187.5 kg/hm²小麦播种量具有良好的杂草生态控制作用,有助于降低化学除草剂用量,但由于农业生产中栽培制度和栽培方式的复杂性,结合当地栽培技术条件、杂草优势种群以及化学除草剂使用开展小麦田杂草生态控制和化学除草剂减量技术研究还需要进一步深入。

参考文献:

- [1] 常志州,陈新华,杨四军,等. 稻麦秸秆直接还田技术发展现状及展望[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(4): 909-914.
- [2] 周运来,张振华,范如芹,等. 秸秆还田方式对水稻田土壤理化性质及水稻产量的影响[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(4): 786-790.
- [3] 刘义国,刘永红,刘洪军,等. 秸秆还田量对土壤理化性状及小麦产量的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(3): 131-135.
- [4] 王志春. 秸秆预处理后集中还田对农作物及土壤的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 480-482.
- [5] 韩新忠,朱利群,杨敏芳,等. 不同小麦秸秆还田量对水稻生长、土壤微生物量及酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(11): 2192-2199.
- [6] 冀保毅,李传宝,赵亚丽,等. 深耕和秸秆还田对土壤微生物数量的影响[J]. 山东农业科学, 2015, 47(11): 60-63.
- [7] RAHMAN M A, CHIKUSHI J, SAIFIZZAMAN M, et al. Rice straw mulching and nitrogen response of no-till wheat following rice in Bangladesh[J]. Field Crops Research, 2005, 91(1): 71-81.
- [8] 高大响,黄小忠,王亚萍. 秸秆还田及腐熟剂对土壤微生物特性和酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 468-471.
- [9] 刘义国,林琪,房青龙. 旱地秸秆还田对小麦花后光合特性及产量的影响[J]. 华北农学报, 2013, 28(4): 110-114.
- [10] 孙秀娟,李妍,朱利群,等. 秸秆集中掩埋还田深度对二化螟幼虫越冬存活率和出土规律的影响[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(4): 743-747.
- [11] 李贵,王晓琳,张朝贤,等. 水稻秸秆还田结合炔草酯对禾本科杂草和小麦生长发育的影响[J]. 植物保护学报, 2015, 42(1): 130-137.
- [12] 乔玉强,曹承富,赵竹,等. 秸秆还田与施氮量对小麦产量和品质及赤霉病发生的影响[J]. 麦类作物学报, 2013, 33(4): 727-731.
- [13] 饶娜,董立尧,李俊,等. 江苏省麦田杂草的发生、危害及防除研究进展[J]. 杂草科学, 2007(1): 13-15.
- [14] 吴翠霞,路兴涛,马冲,等. 山东省稻茬麦区蒺藜对炔草酯的抗性水平[J]. 杂草学报, 2016, 34(2): 45-48.
- [15] 刘占山,廖晓兰,任新国,等. 生物除草剂防治研究进展[J]. 农药研究与应用, 2007, 11(3): 6-10.
- [16] 黄顶成,尤民生,侯有明,等. 化学除草剂对农田生物群落的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(6): 1451-1458.
- [17] WEIS M, KELLER M, AYALA V R. Herbicide reduction methods [M]. Croatia: In Tech Publishers, 2012:95-113.
- [18] YOUSEFI A R, RAHIMI M R. Integration of soil-applied herbicides at the reduced rates with physical control for weed management in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) [J]. Crop Protection, 2014, 63:107-112.
- [19] GHANBARY D, REZVANI M. Competition of nine wheat (*Triticum aestivum*) cultivars against *Melilotus alba* [J]. International Journal of Biosciences, 2013, 3(7): 107-113.
- [20] 程传鹏,万开元,陶勇,等. 不同轮作制度下施肥对冬小麦田间杂草群落及小麦生长的影响[J]. 生态环境学报, 2013, 22(3): 370-378.
- [21] 张自启,刘长营,段爱菊,等. 豫西冬小麦不同种植密度下杂草发生及产量影响[J]. 杂草科学, 2004(4): 23-24.
- [22] 师日鹏. 播种量与施氮量互作对垄沟覆膜栽培冬小麦个—群体关系及水、氮效率影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2012:36.
- [23] 田欣欣,薄存瑶,李丽,等. 耕作措施对冬小麦田杂草生物多样性及产量的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(10): 2768-2775.
- [24] 毕常锐,白志英,李存东,等. 种植密度对小麦石新828光合特性及产量的调控效应[J]. 华北农学报, 2010, 25(1): 165-169.
- [25] 刘贞琦,刘振业,马达鹏,等. 水稻叶绿素含量及其与光合速率关系的研究[J]. 作物学报, 1984, 10(1): 57-61.
- [26] 刘义国,林琪,王宁. 秸秆还田与氮供应对小麦灌浆期光合日变化的影响[J]. 华北农学报, 2013, 28(5): 219-223.
- [27] 季陆鹰,葛胜,朱伟,等. 稻秸秆不同还田方式对小麦生育进程及产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(4): 79-80.
- [28] 吴金芝,黄明,李友军,等. 不同耕作方式对冬小麦光合作用产量和水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(5): 17-21.

(责任编辑:陈海霞)