

王慧敏, 苏元红, 李有良, 等. 不同耕作方式对河套灌区湿地春小麦田杂草生物多样性的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(14): 127-131. doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.14.029

# 不同耕作方式对河套灌区湿地春小麦田杂草生物多样性的影响

王慧敏<sup>1</sup>, 苏元红<sup>1</sup>, 李有良<sup>2</sup>, 郝水源<sup>3</sup>, 宝格日乐<sup>3</sup>

(1. 内蒙古巴彦淖尔市植保植检站, 内蒙古巴彦淖尔 015000; 2. 内蒙古杭锦后旗农牧业局, 内蒙古巴彦淖尔 015000;

3. 河套学院农学院, 内蒙古巴彦淖尔 015000)

**摘要:**田间杂草是农田生态系统的重要组成部分之一, 直接或间接影响着农作物的生长发育。为明确不同耕作及秸秆还田方式对春小麦田杂草群落结构及作物生产的影响, 设置免耕秸秆还田(no-till with residue retention, 简称 NT)、旋耕秸秆还田(rotary tillage with residue incorporation, 简称 RT)、翻耕秸秆还田(plow tillage with residue incorporation, 简称 PT)、翻耕秸秆不还田(plow tillage with residue removed, 简称 PTO)4 种耕作处理对春小麦田杂草种类、密度、群落结构物种多样性以及春小麦产量进行研究分析。结果表明, 河套灌区春小麦田杂草群落结构以野燕麦所占比例最大, 平均占比达到 80%; 免耕处理各生育期杂草密度较翻耕处理显著提高 54%~73% ( $P < 0.05$ ), 而 PT 与 PTO 处理之间杂草密度差异不显著。NT 和 RT 处理春小麦田 2017 年杂草 Shannon 多样性指数分别达 0.453、0.342, 较 PT 处理分别提高 29.1%、19.3%, 而春小麦生物产量较翻耕处理减少 22.7%、10.3%。内蒙古河套灌区湿地免耕及秸秆还田技术具有促进春小麦田多年生杂草增生的特征, 而翻耕具有降低一年生杂草密度的特征; 杂草多样性与作物高产性相悖演化。

**关键词:**河套灌区; 春小麦; 耕作方式; 杂草群落; 生物多样性; 环境友好型; 农作方式

**中图分类号:**S451

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2019)14-0127-05

田间杂草是农业生态系统的重要组成部分之一, 不仅能够促进农田生态系统生物多样性的增加, 也能防止农田水土流失、促进土壤碳氮循环等, 从而促进农作物生长发育<sup>[1]</sup>。但农田杂草的存在, 会压缩农作物的生存空间, 存在光照、土壤养分和水分等资源的竞争, 从而阻碍作物健康的生长, 导致作物减产<sup>[2]</sup>。因此, 在农田管理的过程中, 如何控制杂草密度, 全面衡量杂草存在的利弊, 寻求合理有效的农田管理措施显得尤为重要。

目前, 国内外研究了施肥方式<sup>[2]</sup>、养分管理<sup>[3]</sup>、耕作方式

和秸秆还田<sup>[3-8]</sup>等措施对农田杂草群落特征及生物多样性的影响。研究表明, 合理有效的农田管理能够显著降低杂草的危害, 促进作物健康良好地生长。

近年来, 保护性耕作措施越来越受到各国的关注及青睐, 其通过少耕、免耕、地表微地形改造技术及地表覆盖、合理种植等综合配套措施, 减少农田土壤侵蚀, 保护农田生态环境, 从而获得生态效益、经济效益及社会效益协调发展。对于保护性耕作的农田土壤, 其农田杂草群落的研究也日益受到关注。杨荣等指出耕作方式通过改变土壤的表层理化特性、土壤温度和湿度等农田环境来影响农田杂草的生长发育进程, 进而影响农田杂草的分布和群落结构<sup>[9]</sup>。也有研究学者持不同意见, Derksen 等研究认为, 杂草密度和耕作措施之间并不存在清晰关系, 他们认为杂草农田群落更多受地理位置、环境和管理措施的影响<sup>[10]</sup>。另外, 部分学者指出秸秆覆盖还田不仅能减少土壤水分蒸发、提高湿度、增加土壤养分从而促进杂草生长, 又能影响杂草幼苗采光而对杂草进行抑制<sup>[11]</sup>。因

收稿日期: 2018-06-12

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金(编号: 2009MS0309)。

作者简介: 王慧敏(1979—), 女, 内蒙古巴彦淖尔人, 农艺师, 主要从事植物保护方面的研究。E-mail: zbzsyh@126.com。

通信作者: 苏元红, 高级农艺师, 主要从事植物保护方面的研究。

Tel: (0478) 8410267; E-mail: zbzsyh@126.com。

[22] 左海, 王海燕, 马青. 微管骨架在小麦抗条锈菌侵染中作用的研究[C]. 中国植物病理学会 2012 年学术年会. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2012.

[23] 郝心愿, 李红莉, 禹珂, 等. 微丝骨架解聚剂在小麦-黄瓜白粉菌非寄主互作中的作用[J]. 中国农业科学, 2011, 44(2): 291-298.

[24] Li H L, Wang H Y, Hao X Y, et al. Effects of microtubule polymerization inhibitor on the hypersensitive response of wheat induced by the non-host pathogen *Sphaerotheca fuliginea* [J]. Agricultural Sciences in China, 2010, 9(3): 378-382.

[25] Song X H, Ma Q, Hao X Y, et al. Roles of the actin cytoskeleton and an actin-binding protein in wheat resistance against *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* [J]. Protoplasma, 2012, 249(1): 99-106.

[26] 马清华, 陈晓峰, 牟晋华, 等. 灰霉病菌侵染大白菜后 *ADF7* 和 *ADF10* 基因表达分析[J]. 南京农业大学学报, 2015, 38(5): 742-747.

[27] 王利英. 不结球白菜黑斑病抗性机制初步研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008: 40.

[28] 陈晓峰, 隋好林, 马清华, 等. 霜霉病菌诱导大白菜几丁质酶和葡聚糖酶基因的表达[J]. 山东农业科学, 2015, 47(2): 96-99.

此,有必要针对特定地区不同耕作及秸秆覆盖条件下的杂草发生及生长进行研究,以指导当地农田杂草的科学管理。

内蒙古河套灌区是亚洲最大的“一首制”自流引水灌区,多年平均过境水流量为 315 亿  $\text{m}^3$ ,年日照时数在 3 110 ~ 3 300 h 之间,是我国重要的商品粮生产基地,2000 年被国家确定为全国优质小麦生产基地<sup>[12]</sup>。春小麦是该区域主要的粮食作物,近年来,小麦播种面积为 20 万  $\text{hm}^2$  左右,年平均单产已达 5 250  $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。当前,传统的耕作以翻耕和翻埋杂草为主要的农作方式,不仅带来农田的风水侵蚀、温室气体超额排放,也较易引起耕种作物群体系统的不稳定性,因此河套灌区亟须探索替代以翻耕为基础的传统耕作方式的新技术。基于此,本研究以内蒙古河套灌区一熟春小麦田为研究对象,以传统的翻耕秸秆不还田方式为对照,通过监测免耕秸秆还田、旋耕秸秆还田、翻耕秸秆还田长期作用下春小麦田的杂草群落特征及它们对作物生产的影响,明确耕作方式及秸秆还田等人为选择因素对共栖杂草群落结构的影响,从而为筛选出环境友好型农作方式提供科学依据及数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地情况

本试验地点位于内蒙古乌拉特中旗德岭山镇苏独仑嘎查,该地块位于  $107^{\circ}16' \sim 109^{\circ}42'E$ ,  $41^{\circ}07' \sim 41^{\circ}28'N$ ,为典型的温带干旱大陆性季风气候,年平均日照时数约为 3 174 h,气温约为  $4.9^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的有效积温为 3 048  $^{\circ}\text{C}$ ,无霜期为 123 d。该区降水量少蒸发量大,年降水量约为 183 mm,而年蒸发量达到 2 200 mm。农作物生长季节(4—9 月)太阳辐射量为 93.3 ~ 98.0  $\text{kJ}/\text{cm}^2$ ,占全年的 64% 左右。试验区土壤类型为灌淤土,耕作前 0 ~ 20 cm 土壤基础理化性状为土壤容重为 1.23  $\text{g}/\text{cm}^3$ ,有机质含量为 9.10  $\text{g}/\text{kg}$ ,全氮含量为 0.85  $\text{g}/\text{kg}$ ,速效磷含量为 16.5  $\text{mg}/\text{kg}$ ,速效钾含量为 90.4  $\text{g}/\text{kg}$ ,pH 值为 7.6。

### 1.2 试验设计

试验设置 4 个处理,分别为免耕秸秆还田(no-till with residue retention,简称 NT)、旋耕秸秆还田(rotary tillage with residue incorporation,简称 RT)、翻耕秸秆还田(plow tillage with residue incorporation,简称 PT)和翻耕秸秆不还田(plow tillage with residue removed,简称 PT0)耕作处理。田间作业工序:常规耕作采用铧式犁耕翻,作业深度为 20 cm;旋耕为普通旋耕机旋耕 2 次,作业深度为 8 ~ 10 cm;免耕为联合收获机 25 cm 留茬,收获后不进行任何土壤管理。秸秆还田处理为春小麦收获后小麦秸秆全量还田。2016、2017 年在每个处理区预留样方 1 m  $\times$  1 m,监测农田杂草群落动态。试验采用裂区处理,设置 3 个重复,随机区组排列,小区面积为 40  $\text{m}^2$ 。本试验供试春小麦品种为永良 4 号,分别于 2016 年 3 月 20 日和 2017 年 3 月 25 日播种,播种密度均为  $6 \times 10^6$  株/ $\text{hm}^2$ ,播种时一次性施入尿素 150  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,磷酸二铵 300  $\text{kg}/\text{hm}^2$  作种肥,出苗期分别为 2016 年 4 月 10 日和 2017 年 4 月 13 日,其他管理措施与当地丰产小麦田相同。

### 1.3 田间调查

田间调查于 2016、2017 年春小麦的苗期、拔节期、抽穗期、灌浆期和成熟期 5 个生育时期进行,采用多点取样法,调

查分析各个小区田块杂草总密度、生物量、种类株高及春小麦茎数等,对于杂草种类的鉴定参考中国农田杂草彩色图谱<sup>[13]</sup>。春小麦收获时测产量和室内考种。用相对密度( $P_i$ )作为衡量某种杂草重要程度的指标;计算 Shannon 多样性指数( $H$ )、Simpson 优势度指数( $D$ )、Pielou 均匀度指数( $J$ )、Margalef 物种丰富度指数( $DMG$ )等。 $H$  是对田间杂草物种丰富度和物种均匀度的综合量度<sup>[14]</sup>;  $D$  是对田间杂草多样性的反面即集中性的度量;  $J$  是对田间杂草群落中不同杂草之间数量分布均匀程度的量度;  $DMG$  是对一定总数量的田间杂草中种类数的量度。其测度公式为

$$P_i = \frac{N_i}{N}; \quad (1)$$

$$H = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i; \quad (2)$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2; \quad (3)$$

$$J = \frac{H}{\ln S}; \quad (4)$$

$$DMG = \frac{S-1}{\ln N}。 \quad (5)$$

式中:  $N_i$  为样方中第  $i$  种杂草的密度;  $N$  为样方中杂草的总密度;  $S$  为各小区中 0.25  $\text{m}^2$  内杂草种类数。

### 1.4 统计分析

本研究利用 Excel 2011 和 SPSS 17.0 软件对数据进行处理和统计分析,图表采用 Excel 2011 和 Sigmaplot 12 制作。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同耕作方式对春小麦田杂草群落总密度的影响

由表 1 可知,不同耕作方式对春小麦各生育时期的杂草群落总密度存在显著性影响。2016 年,春小麦田各耕作处理生育期的杂草总密度呈双峰型变化特征。春小麦苗期至拔节期杂草总密度增加幅度介于 22.9% ~ 92.8% 之间,抽穗期密度又呈现出下降趋势,至成熟期杂草密度再次上升。免耕或旋耕处理杂草密度与常年翻耕处理的变化特征类似,免耕与旋耕处理的杂草总密度与翻耕处理相比有升高的趋势,2 个峰值的增幅较翻耕处理大。拔节期,免耕和旋耕处理杂草密度为翻耕处理的 2.5 和 1.5 倍,差异均呈显著水平( $P < 0.05$ )。比较秸秆还田处理,PT 处理增加了春小麦田的杂草密度,其峰值的增加幅度较大。与 PT0 相比,拔节期和成熟期分别增加了 59.2% 和 22.3%。2017 年,各耕作处理生育期杂草总密度的变化规律与 2016 年相似,呈现双峰型变化,免耕和旋耕整体显著提高了杂草总密度,秸秆还田处理也进一步提高了杂草总密度。与 2016 年相比,2017 年免耕和旋耕处理杂草总密度在各个生育期呈现出增加趋势,增加幅度分别为 0.2% ~ 2.5% 和 1.0% ~ 4.8%。翻耕秸秆不还田处理呈现出下降趋势,降低幅度为 5.0% ~ 19.5%。

### 2.2 不同耕作方式对春小麦田杂草优势种类的影响

对燕麦田的杂草密度监测结果表明,燕麦田拔节期的杂草种类与密度在整个生育期内具有较好的代表性,而此时杂草对燕麦生长的影响也很大。由表 2 可知,春小麦田拔节期的常见杂草为一年生杂草,包括野燕麦、稗草、蒺藜、卷茎

表 1 不同耕作方式下春小麦田不同生育时期杂草密度

年份	耕作方式	杂草密度(株/m <sup>2</sup> )				
		苗期	分蘖期	拔节期	抽穗期	成熟期
2016	NT	554.1a	547.2a	681.2a	361.1a	692.0a
	RT	300.8b	350.1b	403.1b	302.7a	372.0b
	PT	150.3c	242.1b	275.6b	134.3b	314.7bc
	PT0	110.1c	137.3c	173.1c	155.2b	257.3c
2017	NT	559.2a	548.3a	696.3a	370.2a	700.0a
	RT	309.2b	360.3b	407.3b	310.9b	390.0b
	PT	143.2c	250.4b	276.1c	143.2c	321.0b
	PT0	93.1c	130.5c	144.2d	142.2c	207.0b

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。表 3、表 5 同。

表 2 不同耕作方式下春小麦田拔节期的杂草种类及密度

年份	生活型	杂草种类	耕作方式							
			NT		RT		PT		PT0	
			密度(株/m <sup>2</sup> )	$P_i$ (%)	密度(株/m <sup>2</sup> )	$P_i$ (%)	密度(株/m <sup>2</sup> )	$P_i$ (%)	密度(株/m <sup>2</sup> )	$P_i$ (%)
2016	一年生杂草	野燕麦	388.6	57.0	193.0	47.9	253.4	91.9	165.1	95.4
		稗草	12.6	1.8	8.2	2.0				
		蒭蓄				7.8	2.8	4.2	2.4	
		藜	100.2	14.7	107.2	26.6	8.1	2.9	2.7	1.6
		卷茎蓼	67.1	9.9	42.4	10.5				
		反枝苋	20.2	3.0			6.3	2.3	1.1	0.6
	多年生杂草	赖草	74.1	10.9	52.3	13.0				
		苣荬菜	8.3	1.2						
		打碗花	10.1	1.5						
	合计		681.2		403.1		275.6		173.1	
	种类数(种)		8		5		4		4	
2017	一年生杂草	野燕麦	408.3	58.6	203.1	49.9	256.1	92.8	138.1	95.8
		稗草	22.7	3.3	8.2	2.0				
		蒭蓄				6.6	2.4	3.6	2.5	
		藜	101.4	14.6	109.2	26.8	7.1	2.6	1.7	1.2
		卷茎蓼	70.3	10.1	31.1	7.6				
		灰菜				6.3	2.3	0.8	0.6	
	多年生杂草	赖草	65.1	9.3	55.7	13.7				
		苣荬菜	14.3	2.1						
		打碗花	14.2	2.0						
	合计		696.3		407.3		276.1		144.2	
	种类数(种)		8		5		4		4	

蓼和反枝苋;多年生杂草有赖草、苣荬菜和打碗花。PT 和 PT0 处理春小麦的杂草种类最少,只有 4 种,一年生野燕麦相对密度( $P_i$ )分别为 91.9%、95.4%,且未出现多年生杂草。免耕处理春小麦田的杂草种类最多,为 8 种,野燕麦同样为优势种,其  $P_i$  为 57.0%,多年生杂草相对密度占 13.6%,其中赖草所占比例最大,为 10.9%,最低为苣荬菜,只占到 1.2%。旋耕处理,多年生杂草的相对密度稍有降低,为 13.0%,以赖草为主。PT 处理杂草总密度较 PT0 处理有所提高,其中增加幅度较大的杂草为野燕麦,提高了 59.2%。2017 年,各处理的杂草种类和密度的分布规律与 2016 年类似,表现为免耕和旋耕杂草种类较多,出现多年生杂草,杂草密度较 2016 年有所提升,而翻耕处理以一年生杂草为主,具有降低一年生杂草密度和灭除浅根性宿根类杂草的作用外,还具有激发某些类型杂草发育的特性。秸秆不还田处理杂草密度皆有所下降。

2.3 不同耕作方式对春小麦田杂草多样性指数的影响

由表 3 可以看出,不同耕作处理对春小麦 Shannon 多样性指数( $H$ )、Simpson 多样性指数( $D$ )、Pielou 均匀度指数( $J$ )及 Margalef 物种丰富度指数( $DMG$ )等的影响表现不同。2016 年,春小麦拔节期杂草多样性指数都表现为免耕最高,分别为 0.453、0.326、0.358 和 0.412。与 NT 相比,PT、PT0 处理  $H$  值显著降低,降低幅度分别为 39.1%、49.0%,差异达显著水平( $P<0.05$ )。可见,翻耕有效控制了杂草对春小麦的资源竞争。比较秸秆还田处理可以发现,PT0 处理杂草多样性指数较 PT 处理有所降低,但差异不显著。2017 年,各处理间多样性指数差异与 2016 年类似,与 PT0 相比,免耕处理显著提高了多样性指数,秸秆还田处理多样性指数有所增加,但与 PT0 相比差异不显著。与 2016 年相比,免耕处理杂草多样性指数进一步加大, $H$  值、 $D$  值、 $J$  值、 $DMG$  值分别提高 17.4%、5.8%、11.2%、2.2%。

表 3 不同耕作方式下春小麦田拔节期杂草多样性指数

年份	耕作方式	多样性指数			
		<i>H</i>	<i>D</i>	<i>J</i>	<i>DMG</i>
2016	NT	0.453a	0.326a	0.358a	0.412a
	RT	0.342b	0.224b	0.253b	0.263b
	PT	0.276c	0.116c	0.197c	0.201c
	PTO	0.231c	0.114c	0.164c	0.154c
2017	NT	0.532a	0.345a	0.398a	0.421a
	RT	0.421a	0.218b	0.289b	0.281b
	PT	0.302b	0.124c	0.207b	0.221c
	PTO	0.266b	0.123c	0.184b	0.164c

2.4 不同耕作方式对春小麦和杂草株高的影响

以优势种野燕麦为代表,河灌区春小麦田不同生育期的杂草和春小麦株高监测结果见表 4。2016 年,春小麦田从苗期到成熟期,各耕作处理下杂草株高呈稳定增长趋势,成熟期

基本达到最高值,数值约为 120 cm 左右。比较不同耕作处理杂草株高发现,随着耕作强度的增强,杂草的株高呈现出下降趋势,成熟期 PT 处理杂草株高为 110.81 cm,较 NT 处理降低了 9.3%,差异达显著水平( $P<0.05$ )。比较不同秸秆还田处理,PT 较 PTO 提高了各个时期春小麦的株高,但差异不显著( $P>0.05$ )。春小麦在各个生育期的变化趋势和杂草类似,株高从苗期到成熟期呈现稳步增加的趋势。苗期到拔节期,春小麦株高较杂草高,增加幅度为 3%~60%,抽穗期之后,杂草株高迅速增加,显著高于春小麦,增加幅度高达 20.6%。比较不同耕作处理发现,春小麦株高整体表现为 NT<RT<PT<PTO,免耕和翻耕处理差异除分蘖期、抽穗期外达显著水平。2017 年,各处理不同生育期杂草和春小麦株高表现与 2016 年类似,皆表现为随着生长发育的延长,株高呈现增加的趋势,随着耕作强度的增加,杂草株高呈现下降的趋势,而春小麦呈现增加的趋势,秸秆还田有利于杂草株高的增加。

表 4 不同耕作方式下不同生育期春小麦田优势杂草和春小麦株高的变化

年份	生育期	作物	株高(cm)			
			NT	RT	PT	PTO
2016	苗期	杂草	6.61a	6.25a	6.05b	6.00b
		春小麦	6.56b	7.06a	7.01a	7.06a
	分蘖期	杂草	26.59a	23.22b	23.46b	20.10c
		春小麦	30.20a	31.21a	31.92a	32.02a
	拔节期	杂草	40.29a	38.37a	37.88a	36.20b
		春小麦	42.21b	44.12a	44.21a	45.88a
	抽穗期	杂草	76.39a	62.93b	60.53b	59.66b
		春小麦	60.34b	61.23b	62.34b	66.23a
	成熟期	杂草	122.21a	121.01a	110.81b	108.59b
		春小麦	95.23b	97.12a	100.23a	102.12a
2017	苗期	杂草	14.23a	13.11a	10.22b	10.98b
		春小麦	15.23a	15.11a	16.21a	16.71a
	分蘖期	杂草	22.10a	20.22a	21.23a	19.23a
		春小麦	33.21a	34.12a	34.78a	34.98a
	拔节期	杂草	44.22a	40.23b	41.22b	39.33b
		春小麦	46.89b	46.98b	47.69b	50.22a
	抽穗期	杂草	78.12a	67.22b	67.89b	66.34b
		春小麦	60.33c	62.22b	63.12b	65.67a
	成熟期	杂草	126.22a	118.20b	115.20b	110.23c
		春小麦	100.23b	102.21a	103.56a	104.45a

注:同行数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

2.5 不同耕作方式对春小麦产量及构成因素的影响

由表 5 可以看出,不同耕作方式对春小麦穗粒数、千粒质量、空秕率、穗数等影响表现不同。春小麦实际产量表现为 PT>PTO>RT>NT,2016 年 PT 处理较 NT 处理实际产量提高 29.3%,差异达显著水平( $P<0.05$ )。在产量构成因素上,穗数表现为 PT 和 PTO 处理之间差异不显著,但均显著高于 NT 处理,分别提高了 5.2%、4.3%。春小麦千粒质量以 PT 处理最高,显著高于 NT 处理,增加幅度达到 15.1%。其中,PT 处理显著降低了春小麦空秕率,与 NT 相比降低幅度达到 12.1%,其他处理之间差异不显著。不同耕作处理下春小麦穗粒数的差异未达到 5% 显著水平。2017 年,各处理产量及产量构成因素表现与 2016 年类似,PT 处理的产量和穗数显著高于其他处理。

3 结论与讨论

田间杂草与作物类似,随着生育期的不同呈现出不同的长势。春小麦田间杂草的出苗时间基本一致,杂草于 4 月下旬开始出苗,6 月下旬出苗基本结束,种子库中贮存的杂草种子在外界环境条件下很难打破休眠而萌发。降雨是影响雨养农业区保护性耕作田杂草萌发出苗的主要因素,决定了杂草出苗高峰的提前或延后<sup>[15]</sup>。本研究结果表明,杂草总密度呈现出双峰型的变化特征,从苗期至拔节期杂草的密度升高过程与春小麦总茎数发育相似,期间相对充足的农田资源环境支撑了杂草与春小麦的内禀性增长过程;抽穗期杂草密度下降,与春小麦生物量迅速增长所造成的田间资源环境强烈竞争有关;而成熟期杂草密度再次上升,则更多的缘于春小麦生

表 5 不同耕作处理对春小麦产量及产量构成因素的影响

年份	处理	产量及产量构成因素				
		穗数( $\times 10^4/\text{hm}^2$ )	穗粒数(粒)	空秕率(%)	千粒质量(g)	产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )
2016	NT	700.12c	28.78a	14.66a	43.22c	7 431.91c
	RT	720.11ab	30.11a	13.97ab	46.23b	8 623.5b
	PT	736.65a	30.10a	12.89b	49.76a	9 611.17a
	PT0	730.11a	30.65a	12.98ab	45.11bc	8 784.37b
2017	NT	711.82b	29.22a	14.77a	44.12c	7 821.29c
	RT	722.15b	31.22a	14.05ab	45.17b	8 752.99b
	PT	769.22a	30.90a	12.21b	47.06a	9 819.88a
	PT0	740.31a	31.11a	12.11b	45.34c	9 177.72b

长势的快速降低和短季杂草的滋生。

本研究发现,在不同的耕作方式和秸秆还田方式下,春小麦田杂草群落组成物种密度等群落特征均发生了不同程度的变化。免耕处理下春小麦田呈现出高密度的杂草现象,从而严重限制了春小麦的生产发育,而自苗期奠定的高密度杂草,成为免耕方式下杂草群落演替的基本特征。春小麦田免耕方式下一年生杂草和多年生杂草发生密度和发生量明显高于传统耕作、浅旋沟播等。有研究得出相同结论,即随着耕作强度的加深,农田杂草群落密度会减小,免耕农田杂草密度较高<sup>[16]</sup>。免耕还会导致 0~10 cm 下土壤种子库的种子数比传统耕作多一倍,同时还会增加免耕农田杂草生物多样性<sup>[16]</sup>,免耕农田的生物群落演替更趋向于生态系统的自然进化过程,有利于自然系统的稳定性<sup>[17]</sup>。本研究进一步指出,NT 和 RT 处理春小麦田 2017 年杂草 Shannon 多样性指数分别达 0.453 和 0.342,较 PT 处理分别提高 29.1%、19.3%,而 NT 和 RT 处理春小麦生物产量较翻耕处理减少 22.7%、10.3%,免耕农田的群落生物竞争更趋向于作物生产的退减过程。这与 Chauhan 等的研究结果<sup>[18]</sup>一致,农田杂草多样性与作物高产相悖演化。此外,从杂草群体优势度可以看出,随着耕作强度的增加,群体优势度呈现下降趋势,这可能与土壤扰动程度加大,导致土壤中杂草种子库规模变小,从而破坏了杂草的萌发和生长有关。秸秆还田使土壤有机质稳步提高,土壤理化性状明显改善,增加土壤保肥供肥的能力,减少化肥使用量,以达到保护耕地与提升地力的目的。本研究表明,同样在翻耕的情况下,秸秆还田提高了杂草的相对密度和株高。Teasdale 等指出农田控草能力与秸秆覆盖量相关,相比裸地,少量的秸秆覆盖对杂草的影响不明显,适量的秸秆覆盖能显著降低杂草的密度和生物量,而较多的秸秆覆盖容易导致田间杂草丛生<sup>[19]</sup>。因此,在今后的研究中,需要尝试不同还田量对农田杂草密度、生物量等的比较分析,以求出最佳的春小麦秸秆还田量。

#### 参考文献:

- [1] Johnson K H, Vogt K A, Clark H J, et al. Biodiversity and the productivity and stability of ecosystems[J]. Trends in Ecology & Evolution, 1996, 11(9): 0-377.
- [2] 施林林, 沈明星, 蒋敏, 等. 长期不同施肥方式对稻麦轮作田杂草群落的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(2): 310-316.
- [3] 王能伟, 葛秀丽, 李升东. 耕作和养分管理方式对冬小麦—夏玉米轮作农田春季杂草群落的影响[J]. 应用生态学报, 2017, 28(3): 871-876.
- [4] 李秉华, 刘小民, 许贤, 等. 玉米不同种植密度、耕作模式和水分管理对杂草的影响[J]. 杂草学报, 2017, 35(3): 34-37.
- [5] 张莉, 张立峰, 武东霞, 等. 耕作方式对华北旱区燕麦田杂草群落结构的影响[J]. 应用生态学报, 2014, 25(6): 1725-1732.
- [6] 杨海燕, 周丽花, 陈雪琴, 等. 江苏省太仓市稻田杂草发生特点及综合治理技术[J]. 杂草学报, 2017, 35(3): 12-15.
- [7] 李春花, 孙道旺, 何成兴, 等. 种植密度和行距对荞麦田杂草及荞麦产量的影响[J]. 杂草学报, 2018, 36(2): 19-24.
- [8] 冒宇翔, 沈俊明, 王晓琳, 等. 不同耕作模式下麦田杂草发生规律[J]. 杂草学报, 2018, 36(3): 5-12.
- [9] 杨荣, 苏永中. 耕作方式对新垦沙地农田杂草群落结构的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(6): 1218-1222.
- [10] Derksen D A, Lafond G P, Thomas A G, et al. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems[J]. Weed Science, 1993, 41(3): 409-417.
- [11] 曾木祥, 张玉洁. 秸秆还田对农田生态环境的影响[J]. 农业环境与发展, 1997(1): 1-7.
- [12] 任军川, 辛平. 内蒙古: 改造 3.33 万  $\text{hm}^2$  中低产田扩大粮仓[J]. 农村经济与科技(农业产业化), 2009(4): 56-56.
- [13] 唐洪元. 中国农田杂草彩色图谱[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989.
- [14] Cardina J, Doohan H D J. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks[J]. Weed Science, 2002, 50(4): 448-460.
- [15] 魏有海. 春小麦春油菜轮作区不同耕作方式下杂草群落演替及化学控制研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [16] Nakamoto T, Yamagishi J, Miura F. Effect of reduced tillage on weeds and soil organisms in winter wheat and summer maize cropping on Humic Andosols in Central Japan[J]. Soil and Tillage Research, 2006, 85(1): 94-106.
- [17] 李儒海, 强胜, 邱多生, 等. 长期不同施肥方式对稻油两熟制油菜田杂草群落多样性的影响[J]. 生物多样性, 2008, 16(2): 118-125.
- [18] Chauhan B S, Johnson D E. Influence of tillage systems on weed seedling emergence pattern in rainfed rice[J]. Soil & Tillage Research, 2009, 106(1): 15-21.
- [19] Teasdale D, John R. Strategies for soil conservation[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2007, 72(6): 144-147.