

孙华尊,李友军,黄明,等.豆麦轮作模式下保护性耕作对冬小麦田杂草群落的影响[J].江苏农业科学,2015,43(1):155-157.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.054

# 豆麦轮作模式下保护性耕作对冬小麦田杂草群落的影响

孙华尊,李友军,黄明,吴金芝,吕瑞珍

(河南科技大学农学院,河南洛阳 471003)

**摘要:**为了揭示保护性耕作措施下农田杂草群落的变化规律,采用田间定位试验,运用群落生态学方法研究了豆麦轮作模式下传统耕作、传统耕作+秸秆覆盖、旋耕+秸秆覆盖、免耕+秸秆覆盖和深松+秸秆覆盖5种耕作方式对冬小麦田杂草种类、密度、群落结构及其物种多样性的影响。结果表明:与传统耕作相比,保护性耕作的杂草种类和总密度显著增加,泽漆密度显著降低,猪殃殃为不同耕作处理区的偶见杂草,芥菜和婆婆纳仅在免耕+秸秆覆盖和深松+秸秆覆盖处理出现。保护性耕作显著降低了播娘蒿的综合优势度比,传统耕作+秸秆覆盖处理显著提高了泽漆的综合优势度比,旋耕+秸秆覆盖处理的夏至草综合优势度比显著高于其他处理。保护性耕作显著提高了杂草的物种丰富度和物种多样性,免耕+秸秆覆盖处理的物种多样性最大,保护性耕作的群落优势度有明显降低的趋势,传统耕作+秸秆覆盖处理的群落优势度最低,均匀度最高。

**关键词:**保护性耕作;冬小麦;杂草群落;物种多样性;豆麦轮作模式

**中图分类号:**S451 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)01-0155-03

小麦是我国的主要粮食作物,提高其产量和改善其品质对提高人民生活水平具有重要意义。冬小麦是豫西地区旱作区的主要粮食作物,以铧式犁翻耕是该区传统的土壤耕作方式。目前生产中存在土壤营养物质消耗、水土流失加剧、生产成本提高、秸秆焚烧污染及生态环境恶化等问题,因此,研究和推广用、养、保型保护性耕作技术<sup>[1-2]</sup>对我国生态环境的改善和农业可持续意义重大。但保护性耕作措施由于秸秆直接还田,易引发农田病虫害的发生,从而影响作物最终产量,进而影响保护性耕作的推广<sup>[3]</sup>。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>[4-5]</sup>。农田杂草是农业生态系统的重要部分,保持一定的生物多样性对维护生态系统平衡和保持农田可持续利用具有重要作用<sup>[6-8]</sup>,因此,杂草的合理控制问题成为世界各国亟待解决的重大难题。

目前,国外学者围绕农田杂草群体动态特征及其影响因素展开了大量研究<sup>[9-10]</sup>,国内主要研究了施肥方式<sup>[11-12]</sup>、养分管理<sup>[13]</sup>、耕作方式和秸秆还田<sup>[14-17]</sup>等措施对农田杂草群落特征及生物多样性的影响,且集中研究了西北干旱区和黄淮海地区耕作方式对农田杂草群落及生物多样性的影响,有关豫西旱作雨养区豆麦轮作模式下保护性耕作对冬小麦田杂草群落影响的研究鲜有报道。因此,本研究在豫西旱作雨养区设置田间定位试验,重点研究了豆麦轮作模式下保护性耕作对冬小麦田杂草群落结构及生物多样性的影响,旨在为豫西旱作区小麦田杂草的综合治理、农田生物多样性的保持以

及保护性耕作技术的推广提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于2012—2013年在河南科技大学试验农场进行,冬小麦与夏大豆轮作,土壤为壤土。供试冬小麦品种为洛旱6号(由育种单位洛阳市农业科学院提供)。采取随机区组设计,设传统耕作模式(CT)、传统耕作+秸秆覆盖(CTS)、旋耕+秸秆覆盖(RTS)、免耕+秸秆覆盖(NTS)、深松+秸秆覆盖(STS)5个处理,各处理耕作模式见表1。每处理小区面积为60 m<sup>2</sup>(20 m×3 m),3次重复。各处理肥料施用量均为135 kg/hm<sup>2</sup>纯N、90 kg/hm<sup>2</sup>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、75 kg/hm<sup>2</sup>K<sub>2</sub>O,所有肥料全部底施。基本苗300万株/hm<sup>2</sup>,生育期不进行人为灌溉。

### 1.2 杂草调查方法

杂草多样性调查在2013年小麦拔节期进行(此时杂草处于花果期)。每小区随机5点取样,每样方面积1 m<sup>2</sup>,计算各样方内的杂草数量和种类,同时调查每种杂草的盖度,并称量地上部鲜质量。

### 1.3 数据处理与分析

杂草密度为每1 m<sup>2</sup>的杂草株(分蘖)数;物种丰富度(S):样方中包含的所有杂草种类数;综合优势度比(SDR): $SDR = (RD + RC + RF + RW)/4$ ,式中,RD、RC、RF、RW分别为相对密度、相对盖度、相对频度、相对鲜质量<sup>[18]</sup>。物种多样性用Shannon-Wiener指数(H)测度, $H = -\sum P_i \ln P_i$ ,式中, $P_i = N_i/N$ , $N_i$ 为样方中第*i*个物种的个体数, $N$ 为样方中物种总个体数;群落优势度用Simpson指数(D)测度, $D = \sum P_i^2$ ;群落均匀度用Pielou均匀度指数(J)测度, $J = H/\ln S$ <sup>[19]</sup>;群落相似性用Sorensen指数( $C_s$ )测度, $C_s = 2j/(a+b)$ ,式中, $j$ 为群落A和群落B所共有的物种数, $a$ 、 $b$ 分别为群落A和群落B的所有物种数<sup>[20]</sup>。

采用Excel 2003和SPSS 17.0对数据进行处理及统计分析。

收稿日期:2014-03-26

基金项目:河南省科技攻关项目(编号:102102110030);河南省洛阳市科技攻关项目(编号:1001041A)。

作者简介:孙华尊(1989—),女,河南唐河人,硕士研究生,从事作物高产优质栽培理论与技术研究。E-mail:shz201120@163.com。

通信作者:李友军,博士,教授,主要从事旱地农业与作物高产栽培理论与技术研究。E-mail:kdlyj@sina.com。

表 1 不同处理耕作模式

代码	处理	操作方法
CT	传统耕作	前茬大豆收获时保留 5 cm 左右残茬,施肥后翻地 30 cm 左右,耙磨后当天播种,秸秆不还田
CTS	传统耕作 + 秸秆覆盖	前茬大豆收获时保留 5 cm 左右残茬,施肥后翻地 30 cm 左右,耙磨后当天播种,后将粉碎的豆秆对应均匀覆盖于原小区
RTS	旋耕 + 秸秆覆盖	前茬大豆收获时保留 5 cm 左右残茬,施肥后旋耕 15 cm 左右,当天播种,后将粉碎的豆秆对应均匀覆盖于原小区
NTS	免耕 + 秸秆覆盖	前茬大豆收获时保留 5 cm 左右残茬,免耕播种机施肥和播种,将粉碎的豆秆对应均匀覆盖于原小区
STS	深松 + 秸秆覆盖	前茬大豆收获时保留 5 cm 左右残茬,深松播种机施肥播种,将粉碎的豆秆对应均匀覆盖于原小区

2 结果与分析

2.1 保护性耕作对冬小麦田杂草密度和种类的影响

由表 2 可以看出,试验区小麦田共发现 6 种杂草,分属 5 个科,十字花科有 2 种,大戟科 1 种,唇形科 1 种,茜草科 1 种,玄参科 1 种。传统耕作处理杂草种类最少,仅发现 3 种,而保护性耕作的杂草种类明显增多,其中 NTS 和 STS 种类最多,发现 6 种。不同耕作方式对小麦田杂草密度有明显影响,与 CT 相比,CTS 和 RTS 处理的杂草总密度显著降低,而 NTS 和 STS 处理的杂草总密度显著增加;播娘蒿在各处理区的密度均较大,其中 NTS 处理的播娘蒿密度最大,为试验区小麦田的优势种;保护性耕作处理的泽漆密度显著降低,但夏至草密度明显增加;猪殃殃密度较小,密度由大到小依次表现为 STS>NTS>RTS>CTS,为不同处理区的偶见杂草;芥菜为 NTS 和 STS 处理下的偶见杂草;STS 处理的婆婆纳密度、夏至草密度和杂草总密度最大,与其他处理差异显著。

表 2 不同耕作处理下杂草的种类及密度

项目	杂草密度(株/m <sup>2</sup> )				
	CT	CTS	RTS	NTS	STS
播娘蒿	19.80c	10.27d	12.93d	38.67a	29.88b
泽漆	8.60a	5.33b	2.80c	0.93d	0.47d
夏至草	0.20c	0.60bc	1.20b	1.00bc	2.06a
猪殃殃		0.47c	0.93bc	1.35ab	1.62a
芥菜				2.63a	1.02a
婆婆纳				14.33b	88.85a
总密度	28.60c	16.67d	17.87d	58.92b	103.91a

注:同行数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ );空白表示调查中未发现该杂草。

2.2 保护性耕作对冬小麦田杂草群落结构的影响

不同耕作方式处理下小麦田杂草群落的物种组成略有不同(表 3)。CT、CTS 处理的杂草群落组成为播娘蒿 + 泽漆,其中播娘蒿的综合优势度比均最大,为优势种,泽漆为常见种,CTS 显著增加了泽漆的综合优势度比,降低了播娘蒿的综合优势度比;RTS 处理的杂草群落组成为播娘蒿 + 泽漆 + 夏至草,其中播娘蒿的综合优势度比最大,为该群落优势种,泽漆和夏至草为常见种,与 CT 相比,RTS 处理的播娘蒿和泽漆的综合优势度比显著降低,夏至草综合优势度比显著增加;NTS 和 STS 处理的杂草群落组成为播娘蒿 + 婆婆纳,其中播娘蒿和婆婆纳的综合优势度比均较大,为优势种,与 CT 相比,播娘蒿和泽漆的综合优势度比显著降低。因此,秸秆覆盖的耕作处理显著降低了播娘蒿的综合优势度比。

2.3 保护性耕作对冬小麦田杂草群落生物多样性的影响

从表 4 可以看出,5 种耕作方式下小麦田杂草群落生物

表 3 不同耕作处理下杂草的综合优势度比

处理	播娘蒿	泽漆	夏至草	猪殃殃	芥菜	婆婆纳
CT	0.72a	0.25b	0.02b			
CTS	0.58c	0.30a	0.05b	0.06a		
RTS	0.67b	0.14c	0.13a	0.06a		
NTS	0.59c	0.03d	0.03b	0.06a	0.06a	0.23b
STS	0.30d	0.01d	0.03b	0.07a	0.04a	0.55a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ );空白表示调查中未发现该杂草。

多样性存在显著差异。保护性耕作显著增加了物种的丰富度,其中 NTS 和 STS 的物种丰富度较大;从物种多样性(Shannon - Wiener)指数来看,保护性耕作显著提高了小麦田杂草群落的物种多样性,NTS 处理物种多样性最大,CTS 次之;从群落优势度(Simpson)指数来看,保护性耕作有明显降低群落优势度的趋势,其中 CTS 和 NTS 处理的群落优势度最低,与其他处理差异显著;从均匀度(Pielou)指数来看,CTS 处理均匀度最高,STS 处理均匀度最低,与其他处理均差异显著。

表 4 不同耕作处理下杂草群落的生物多样性指数

处理	物种丰富度(S)	物种多样性(H)	群落优势度(D)	群落均匀度(J)
CT	2.67c	0.64c	0.58a	0.41b
CTS	3.67b	0.85ab	0.49c	0.46a
RTS	4.00b	0.81b	0.56ab	0.41b
NTS	6.00a	0.96a	0.49c	0.38b
STS	5.67a	0.84b	0.52b	0.34c

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。

2.4 保护性耕作对小麦田杂草群落相似性的影响

从 Sorensen 群落相似性指数(表 5)看,CTS 和 RTS 处理间杂草群落完全相似,且与 CT 处理间杂草群落相似性较高;NTS 和 STS 处理间杂草群落完全相似,与 CTS 和 RTS 处理间杂草群落相似性较高,但与 CT 处理间杂草群落相似性较低。

表 5 不同耕作处理下小麦田杂草群落的相似性指数

处理	Sorensen 相似性指数(Cs)				
	CT	CTS	RTS	NTS	STS
CT	1.00				
CTS	0.86	1.00			
RTS	0.86	1.00	1.00		
NTS	0.67	0.80	0.80	1.00	
STS	0.67	0.80	0.80	1.00	1.00

3 讨论与结论

杂草作为农田生态系统的重要成分之一,与作物竞争光照、养分及水分等资源,从而影响作物的最终产量<sup>[6]</sup>。耕作

方式的变化常导致农田杂草群落结构发生变化<sup>[21]</sup>。Légère 等研究表明,耕作措施显著影响到杂草群落的组成<sup>[22]</sup>。李昌新等通过长期定位试验得出,秸秆冬季覆盖还田对杂草起到一定的抑制作用,稻田杂草的生物量、密度显著降低<sup>[23]</sup>。方日尧等发现,深松覆盖有效地控制了小麦田杂草的孳生<sup>[24]</sup>。陈庆华等研究指出,覆盖 5 000 kg/hm<sup>2</sup> 稻草的免耕处理可以有效地控制杂草的发生<sup>[25]</sup>。本研究发现,与 CT 相比,保护性耕作显著提高了杂草的种类和总密度;RTS 使夏至草的优势地位发生改变;NTS 和 STS 显著降低了泽漆的密度和综合优势度比,改变了泽漆的优势地位,加大了夏至草的发生,且有利于玄参科婆婆纳的孳生。其原因可能与各杂草的生长习性<sup>[6]</sup>有关,也可能是因为耕作方式与秸秆覆盖影响了杂草种子在土壤中的垂直分布<sup>[26-27]</sup>,从而影响其萌发和生长。

杂草的生物多样性受生态环境、土壤养分及水分等状况的影响<sup>[24]</sup>。不同的耕作方式与秸秆覆盖处理导致杂草生长的外部环境发生改变,造成土壤的干扰程度和水肥条件不同<sup>[27-28]</sup>,从而使杂草群落物种多样性、群落优势度和均匀度发生变化。物种多样性、群落优势度和均匀度是衡量群落稳定性的重要尺度,物种多样性及群落均匀度的参数值越大,群落优势度越小,群落的稳定性越高<sup>[15,29]</sup>。高宗军等研究指出,与旋耕相比,免耕与免耕覆盖增加了黄淮海地区麦田杂草的种类,使荠菜的优势地位发生显著改变,显著影响了杂草的生物多样性<sup>[15]</sup>。韩惠芳等研究表明,秸秆全量还田的保护性耕作提高了玉米田杂草群落的物种丰富度、均匀度及物种多样性,其中免耕秸秆还田显著增加了杂草的数量<sup>[30]</sup>。赵森霖等通过长期定位试验研究得出,保护性耕作实施多年后农田杂草群落逐步向稳定的传统耕作杂草群落演替<sup>[14]</sup>。本研究结果表明,保护性耕作显著提高了杂草群落的物种丰富度和物种多样性,明显降低了杂草群落的优势度,这不仅影响了某些杂草的优势地位,也提高了非优势杂草的物种多样性。CTS 与旋耕+秸秆处理的杂草群落相似,NTS 与 STS 处理的杂草群落相似。本研究结果对保护性耕作下冬小麦田的杂草综合治理和保护性耕作在豫西地区的推广和应用具有一定指导意义。

#### 参考文献:

- [1] 张海林,高旺盛,陈 阜,等. 保护性耕作研究现状、发展趋势及对策[J]. 中国农业大学学报,2005,10(1):16-20.
- [2] 高焕文,李问盈,李洪文. 中国特色保护性耕作技术[J]. 农业工程学报,2003,19(3):1-4.
- [3] 冯聚凯,崔彦宏,甄 瑞,等. 华北平原一年两熟区保护性耕作技术的研究进展[J]. 中国农学通报,2006,22(6):177-181.
- [4] 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):1-7,48.
- [5] 胡 实,彭 娜,谢小立,等. 农田秸秆覆盖保墒研究[J]. 中国农业气象,2007,28(1):49-53.
- [6] 古巧珍,杨学云,孙本华,等. 不同施肥条件下黄土地杂草生物多样性[J]. 应用生态学报,2007,18(5):1038-1042.
- [7] Delgado A. Opening up for participation in agro-biodiversity conservation: the Expert-Lay interplay in a Brazilian social movement[J]. Journal of Agricultural and Environmental Ethics,2008,21(6):559-577.
- [8] Smith R G, Mortensen D A, Ryan M R. A new hypothesis for the functional role of diversity in mediating resource pools and weed-crop competition in agroecosystems[J]. Weed Research,2010,50(1):37-48.
- [9] Thomas A G, Derksen D A, Blackshaw R E, et al. A multistudy approach to understanding weed population shifts in medium-to long-term tillage systems[J]. Weed Science,2004,52(5):874-880.
- [10] Andreasen C, Skovgaard I M. Crop and soil factors of importance for the distribution of plant species on arable fields in Denmark[J]. Agriculture Ecosystems & Environment,2009,133(1/2):61-67.
- [11] 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.
- [12] 赵 锋,董文军,芮雯奕,等. 不同施肥模式对南方红壤稻田冬春杂草群落特征的影响[J]. 杂草科学,2009(1):7-12.
- [13] 汤雷雷,万开元,陈 防. 养分管理与农田杂草生物多样性和遗传进化的关系研究进展[J]. 生态环境学报,2010,19(7):1744-1749.
- [14] 赵森霖,黄高宝. 保护性耕作对农田杂草群落组成及物种多样性的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2009,44(3):122-127,139.
- [15] 高宗军,李 美,高兴祥,等. 不同耕作方式对冬小麦田杂草群落的影响[J]. 草业学报,2011,20(1):15-21.
- [16] 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.
- [17] 樊翠芹,王贵启,李秉华,等. 不同耕作方式对玉米田杂草发生规律及产量的影响[J]. 中国农学通报,2009,25(10):207-211.
- [18] 李儒海,强 胜,邱多生,等. 长期不同施肥方式对稻油轮作制水稻田杂草群落的影响[J]. 生态学报,2008,28(7):3236-3243.
- [19] 马克平,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I.  $\alpha$ 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性,1994,2(4):231-239.
- [20] 马克平,刘灿然,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 II.  $\beta$ 多样性的测度方法[J]. 生物多样性,1995,3(1):38-43.
- [21] 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.
- [22] Légère A, Stevenson F C, Benoit D L. Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems[J]. Weed Research,2005,45(4):303-315.
- [23] 李昌新,赵 锋,芮雯奕,等. 长期秸秆还田和有机肥施用对双季稻田冬春季杂草群落的影响[J]. 草业学报,2009,18(3):142-147.
- [24] 方日尧,赵慧清,方 娟. 不同保护性耕作下冬小麦田杂草滋生情况调查研究[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(5):90-93,104.
- [25] 陈庆华,周小刚,郑仕军,等. 不同耕作方式对小麦田杂草的发生及小麦产量的影响[J]. 杂草科学,2013,31(2):50-52.
- [26] 尚占环,任国华,龙瑞军. 土壤种子库研究综述——规模、格局及影响因素[J]. 草业学报,2009,18(1):144-154.
- [27] 牛永志,李凤博,柳建国,等. 秸秆还田和不同耕作方式对稻麦轮作田土壤杂草种子库的影响[J]. 江苏农业科学,2008(1):79-81.
- [28] 高宗军,李 美,高兴祥,等. 不同耕作方式对农田环境及冬小麦生产的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(1):36-41.
- [29] 刘方明,梁文举,闻大中. 耕作方法和除草剂对玉米田杂草群落的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(10):1879-1882.
- [30] 韩惠芳,宁堂原,田慎重,等. 土壤耕作及秸秆还田对夏玉米田杂草生物多样性的影响[J]. 生态学报,2010,30(5):1140-1147.