

# 小麦田不同杂草群落及防除时间对小麦产量的影响

高兴祥<sup>1</sup> 李 美<sup>1\*</sup> 刘士国<sup>2</sup> 白兴勇<sup>2</sup> 李 健<sup>1</sup>

(1. 山东省农业科学院植物保护研究所, 山东省植物病毒学重点实验室, 济南 250100;

2. 山东省高唐县农业局, 高唐 252800)

**摘要:** 为明确小麦田不同杂草群落及防除时间对小麦产量的影响, 于2013—2015连续两年在山东省聊城市高唐县小麦田中设无草对照区、禾本科杂草区、阔叶杂草区以及混合杂草自然发生区4种不同杂草群落以及不同的杂草防除时间, 测定在不同条件下小麦产量及各项产量构成指标的情况。结果表明, 阔叶杂草对小麦产量的影响大于禾本科杂草, 冬小麦田杂草的最佳防除时间为4月1日之前, 在此期间除草对小麦产量影响均不大, 但之后防除或不除草会造成小麦严重减产甚至绝产, 2014年4月15日除草可造成在阔叶杂草区和杂草混合生长区的小麦减产30.5%和32.6%, 不除草可造成在禾本科杂草区、阔叶杂草区和杂草混生区的小麦减产8.6%、91.4%和94.3%, 2015年趋势和2014年一致。从构成小麦产量的3个指标来看, 杂草危害主要影响小麦的总穗数, 其次为穗粒数, 对千粒重影响最小。

**关键词:** 杂草群落; 防除时间; 小麦; 产量损失

## The influence of different weed populations and control time on wheat yield in Shandong

Gao Xingxiang<sup>1</sup> Li Mei<sup>1\*</sup> Liu Shiguo<sup>2</sup> Bai Xingyong<sup>2</sup> Li Jian<sup>1</sup>

(1. Shandong Key Laboratory of Plant Virology, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, Shandong Province, China; 2. Gaotang County Agricultural Bureau of Shandong Province, Gaotang 252800, Shandong Province, China)

**Abstract:** To clarify the effects of different weed populations and weed control time on the wheat yield, four treatments of weed free, grass weeds, broadleaf weeds and mixed weeds and different control time were set in Gaotang County, Shandong Province, China in 2013—2015. The wheat yield and index were determined under different conditions. The results showed that the wheat yield damage caused by broadleaf weeds was higher than grass weeds, and the best weed control time was before April 1st, and wheat yield loss with the weed control time later than April 1st, even more serious. The wheat yields reduced by 30.5% and 32.6% in broadleaf weed plots and mixed weed plots controlled on April 15th, 2014, respectively, and 8.6%, 91.4%, 94.3% in grass weed, broadleaf weed and mixed weed plots if no weed control, respectively. The tendency in 2015 was consistent with that of 2014. Moreover, yield loss of wheat mainly affected the total spike number, followed by grain number per spike and 1 000-grain weight.

**Key words:** weed population; weed control time; wheat; yield loss

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0201700), 山东省重点产业关键技术项目(2016CYJS03A01-4), 山东省农业科学院青年科研基金项目(2016YQN43)

\* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: limei9909@163.com

收稿日期: 2017-03-15

小麦 *Triticum aestivum* 在我国是第二大粮食作物,其种植面积和总产量仅次于水稻,全国种植面积达3 000多万  $\text{hm}^2$ ,小麦总产量和播种面积分别占粮食作物的21.3%和24.8%,其中冬小麦占小麦总产量的90.9%,占总播种面积的87.4%(孙爽等,2015)。小麦田杂草是制约小麦产量上升的重要因素,杂草种类不断增加,并且通过与小麦争夺养分、水分、光照和空间,妨碍田间通风透光,恶化农田小气候,促进病虫害发生,从而直接或间接影响着小麦的产量和品质(崔翠和唐银,2011)。全国麦田草害面积达1 000多万  $\text{hm}^2$ ,其中严重危害面积为300万  $\text{hm}^2$ ,每年造成小麦减产约40亿 kg,损失率约30%(吴明荣等,2013)。

国内外对麦田杂草以及小麦产量影响因素的报道较多,如Arshad et al.(1994)报道了耕作制度对小麦产量和杂草群落的影响;Santin-Montanyá et al.(2013)研究了不同耕作和施肥方式对麦田杂草多样性的影响,还有不同栽培方式、杂草群落(Ahmed et al., 2013)及机械除草(Kolb et al., 2012)对小麦产量影响的研究。国内有关于小麦田杂草种类及分布趋势(王开金和强胜,2007;王玉庭和李哲敏,2010),麦田杂草群落调查以及麦田杂草防除技术(张朝贤等,1998;陈卫宇等,2013),以及麦田杂草生态经济阈值的研究(付迎春等,1998),但尚未有小麦田不同杂草群落对小麦产量影响的报道。

基于此,本研究在黄淮海地区的山东省聊城市高唐县选择杂草分布具有代表性的麦田,研究禾本科杂草、阔叶杂草以及混生杂草3种不同杂草群落及其防除时间对小麦产量及各项产量构成指标的影响,以期明确小麦田杂草最佳防除时间和杂草科学治理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试小麦及肥料:试验田小麦品种均为济麦22,肥料为氮、磷、钾18-12-15的复合肥,市售。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验设计

试验设在山东省聊城市高唐县姜店镇姜店村,试验田土壤为壤土,常年为小麦-玉米轮作。小麦播种前每公顷施用氮、磷、钾为18-12-15的复合肥600 kg;返青期随浇返青水再施肥1次。

试验小麦用地0.13  $\text{hm}^2$ ,选地时确保试验田杂草分布均匀一致。2013—2014年度,试验设计5个

杂草防除时间,分别为A:越冬前11月15日防除;B:返青初期3月1日防除;C:3月15日防除;D:4月1日防除;E:4月15日防除;H:杂草未防除对照。设计4种杂草群落,分别为a:无草对照区;b:禾本科杂草区;c:阔叶杂草区;d:混合杂草区。除无草对照区外,共18个处理,每处理重复4次,共76个小区,每小区2.5 m×2.0 m,随机排列,小区之间留0.5 m的隔离带。越冬前11月15日,划分小区并将试验田所有小区内的非目标杂草拔除,即禾本科杂草区只保留禾本科杂草;阔叶杂草区仅保留阔叶杂草;混合杂草区不做拔草处理;无草对照区将所有杂草拔除;杂草对照区保留目标杂草一直到小麦收获。

2014—2015年度试验共设计7个防除时间,分别为A:越冬前11月15日除草;B:返青初期3月1日除草;C:3月15日除草;D:4月1日除草;E:4月15日除草;F:5月1日除草;G:5月15日除草;H:杂草未防除对照。杂草群落类型与上年度一致。除无草处理区外,共24个处理,每处理重复4次,共100个小区,每小区2.5 m×2.0 m,随机排列,小区之间留0.5 m的隔离带。

#### 1.2.2 调查方法

杂草生物量调查:每次杂草防除前,每小区随机调查2个点,每点0.5 m×0.5 m,每处理共8个调查点,分别记录杂草种类、株数(雀麦按照主要分蘖数计数)和鲜重。

小麦产量测定:收获期去掉边行,每小区选取畦中间连续4行,调查1  $\text{m}^2$ 小麦有效穗数,取回晾干后实测小麦产量;另外,每小区随机取50穗,晾干后测总粒数,计算穗粒数,并随机取10组小麦粒(每组100粒),计算千粒重。

### 1.3 数据分析

试验数据采用SPSS 13.0软件进行统计分析,应用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦田杂草群落组成

不同时期不同杂草群落发生数量调查结果显示,2014年试验麦田的禾本科杂草是雀麦 *Bromus japonicus* Thunb.,阔叶杂草是播娘蒿 *Descumia sophia* L.、荠菜 *Capsella bursa-pastoris* Medic. 和麦瓶草 *Silene conoidea* L.,综合来看阔叶杂草占绝对优势,尤其以播娘蒿危害最为严重,不同时间段调查的播娘蒿发生量为198.6~229.9 茎/ $\text{m}^2$ ,冬后3月1日小麦返青期,播娘蒿数量达到最高,为229.9 茎/ $\text{m}^2$ ;禾

本科杂草雀麦也于冬后3月1日发生量达最高,为94.8茎/m<sup>2</sup>;阔叶杂草芥菜最大发生量发生在冬后3月15日,为112.0茎/m<sup>2</sup>。2015年试验小麦田杂草发生程度较轻,杂草主要是雀麦和播娘蒿,且发生数量明显轻于2014年试验田(表1)。

不同时期不同杂草群落发生数量调查数据结果

显示,阔叶杂草播娘蒿鲜重变化快且变化幅度大,2014年冬后3月1日播娘蒿鲜重为208.5 g/m<sup>2</sup>,至4月15日时,生长到2 098.0 g/m<sup>2</sup>,增长了约10倍;雀麦鲜重从11.6 g/m<sup>2</sup>增加至65.4 g/m<sup>2</sup>(表2)。可以看出,阔叶杂草播娘蒿等鲜重增长快,占据空间大,可能对小麦的生长影响较大。

表1 2013—2015年山东省小麦试验田杂草发生种类及数量(茎数/m<sup>2</sup>)调查

Table 1 Weed species and density (stem/m<sup>2</sup>) of wheat yield in Shandong Province in 2013—2015

| 防除时间 Time                            | 2013—2014                 |                         |                                |                           | 2014—2015                 |                         |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                                      | 雀麦<br><i>B. japonicus</i> | 播娘蒿<br><i>D. sophia</i> | 芥菜<br><i>C. bursa-pastoris</i> | 麦瓶草<br><i>S. conoidea</i> | 雀麦<br><i>B. japonicus</i> | 播娘蒿<br><i>D. sophia</i> |
| 冬前 11-15 November 15th before winter | 45.7±4.2 c                | 200.4±10.1 a            | 35.2±5.2 b                     | 0.3±0.4 a                 | 51.0±3.5 d                | 35.1±3.5 a              |
| 冬后 3-01 March 1st after winter       | 94.8±5.6 a                | 229.9±9.5 a             | 90.2±6.9 a                     | 0.4±0.2 a                 | 42.4±4.2 d                | 18.4±2.9 a              |
| 冬后 3-15 March 15th after winter      | 70.0±6.2 b                | 201.8±13.6 a            | 112.0±9.1 a                    | 1.1±0.3 a                 | 67.4±5.1 c                | 31.3±5.2 a              |
| 冬后 4-01 April 1st after winter       | 77.3±4.9 b                | 198.6±12.5 a            | 95.3±6.9 a                     | 0.7±0.4 a                 | 137.0±9.2 a               | 35.4±4.6 a              |
| 冬后 4-15 April 15th after winter      | 75.7±5.2 b                | 200.4±10.6 a            | 85.2±5.4 a                     | 0.7±0.2 a                 | 90.4±5.2 b                | 32.5±5.2 a              |
| 冬后 5-01 May 1st after winter         | —                         | —                       | —                              | —                         | 81.0±4.6 b                | 23.9±4.6 a              |
| 冬后 5-15 May 15th after winter        | —                         | —                       | —                              | —                         | 83.4±5.2 b                | 23.5±5.2 a              |

表中数据为平均数±标准误。同列数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在  $P<0.05$  水平差异显著。Data are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at  $P<0.05$  level by Duncan's new multiple range test.

表2 2013—2015年山东省小麦试验田杂草的鲜重调查

Table 2 Weed raw weight in wheat yield in Shandong Province in 2013—2015

g/m<sup>2</sup>

| 防除时间 Time                            | 2013—2014                 |                         |                                |                           | 2014—2015                 |                         |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                                      | 雀麦<br><i>B. japonicus</i> | 播娘蒿<br><i>D. sophia</i> | 芥菜<br><i>C. bursa-pastoris</i> | 麦瓶草<br><i>S. conoidea</i> | 雀麦<br><i>B. japonicus</i> | 播娘蒿<br><i>D. sophia</i> |
| 冬前 11-15 November 15th before winter | 5.3±1.2 d                 | 132.5±6.2 e             | 16.8±2.1 e                     | 0.3±0.1 b                 | 5.3±1.2 e                 | 12.5±2.5 e              |
| 冬后 3-01 March 1st after winter       | 11.6±2.5 c                | 208.5±8.2 d             | 31.6±3.5 d                     | 0.5±0.1 b                 | 5.9±0.5 e                 | 33.1±3.2 d              |
| 冬后 3-15 March 15th after winter      | 16.5±1.9 c                | 493.6±9.5 c             | 110.2±5.2 c                    | 1.3±0.2 a                 | 24.3±1.6 d                | 42.1±4.2 d              |
| 冬后 4-01 April 1st after winter       | 42.1±3.2 b                | 1 775.0±16.9 b          | 161.8±6.2 b                    | 1.7±0.3 a                 | 31.1±2.1 d                | 140.6±9.5 c             |
| 冬后 4-15 April 15th after winter      | 65.4±3.5 a                | 2 098.0±15.2 a          | 282.6±7.5 a                    | 2.1±0.2 a                 | 61.9±2.9 c                | 148.1±9.5 c             |
| 冬后 5-01 May after winter 1st         | —                         | —                       | —                              | —                         | 125.5±3.2 b               | 226.3±13.2 b            |
| 冬后 5-15 May 15th after winter        | —                         | —                       | —                              | —                         | 265.3±4.2 a               | 297.8±11.1 a            |

表中数据为平均数±标准误。同列数据后不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在  $P<0.05$  水平差异显著。Data are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at  $P<0.05$  level by Duncan's new multiple range test.

## 2.2 麦田杂草对小麦产量的影响

影响小麦产量的杂草因素主要为杂草生物量和杂草防除时间,杂草生物量越大、杂草防除时间越晚,对小麦产量影响越大,反之,杂草生物量越小、杂草防除时间越早,小麦产量受影响越小。

2013—2014年度,试验田杂草密度大,尤其是阔叶杂草播娘蒿株数多,杂草生物量整体大,杂草生物量的大小与小麦产量成反比,小区杂草生物量越大,对应的小麦产量则越低。如冬后4月15日时,禾

本科杂草区、阔叶杂草区、杂草混合生长区杂草生物量分别为65.4、2 382.7、2 448.1 g/m<sup>2</sup>,小麦收获时对应的杂草未防除处理的小麦产量分别为6 741.8、633.0、420.0 kg/hm<sup>2</sup>,比无草对照区分别减产8.6%、91.4%和94.3%。从不同防除时间来看,越早防除对小麦的影响越小,2013—2014年度,冬前除草、冬后3月1日、3月15日、4月1日除草对小麦的产量基本无影响,但冬后4月15日除草可造成小麦减产明显,其中以阔叶杂草区和混合杂草区减产最为严重,产

量分别为 5 124.0、4 975.0 kg/hm<sup>2</sup>, 比无草对照区分别减产 30.5% 和 32.6% (图 1)。

2014—2015 年度, 试验田的杂草密度相对较小, 4 月 15 日调查结果显示禾本科杂草区、阔叶杂草区、杂草混合生长区杂草生物量分别为 31.1、140.6、171.7 g/m<sup>2</sup>, 5 月 15 日调查时杂草生物量分别为 265.3、297.8、563.1 g/m<sup>2</sup>, 小麦收获时对应的杂草未防除处理的小麦产量分别为 7 212.0、3 825.0、

3 666.0 kg/hm<sup>2</sup>, 比无草对照区分别减产 10.4%、52.5% 和 54.5% (图 2)。从不同防除时间来看, 2014—2015 年度, 冬前除草或冬后 4 月 1 日之前除草对小麦的产量影响不大, 但 4 月 1 日或 4 月 15 日除草, 比无草对照区分别减产 2.8%~14.3%, 5 月 1 日或 5 月 15 日除草小麦减产在 10.1%~53.7% 之间。因此, 为保证小麦产量, 冬小麦的最佳除草时间应该在冬前或冬后 4 月 1 日之前为宜 (图 2)。

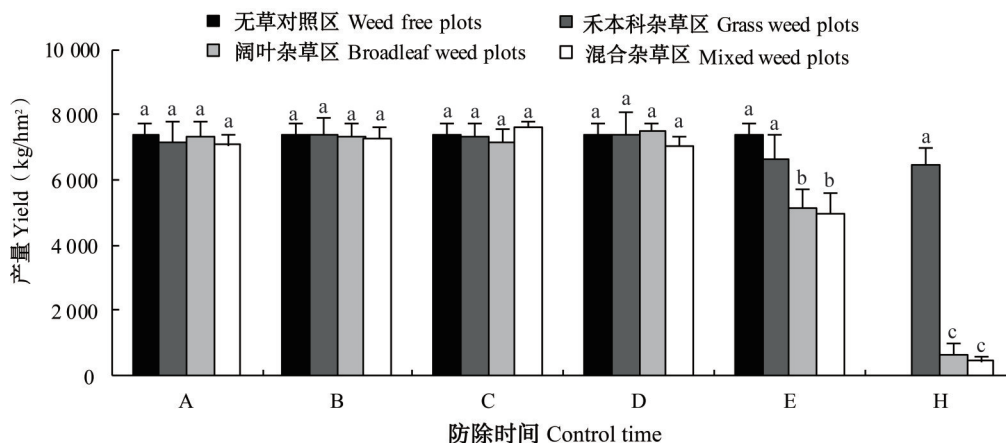


图 1 2013—2014 年山东省不同小麦田杂草群落及防除时间对小麦产量的影响

Fig. 1 Effects of different weed communities and control time on wheat yield in 2013—2014 in Shandong Province

图中数据为平均数±标准误。同色柱上不同字母表示同一杂草群落不同防除时间之间经 Duncan 氏新复极差法检验在  $P < 0.05$  水平差异显著。A: 冬前 11 月 15 日; B: 冬后 3 月 1 日; C: 冬后 3 月 15 日; D: 冬后 4 月 1 日; E: 冬后 4 月 15 日; H: 杂草未防除对照。Data are mean±SE. Different letters on the same color bars indicate significant difference in the same weed community at different control time at  $P < 0.05$  level by Duncan's new multiple range test. A: November 15th before winter; B: March 1st after winter; C: March 15th after winter; D: April 1st after winter; E: April 15th after winter; H: non weeding control.

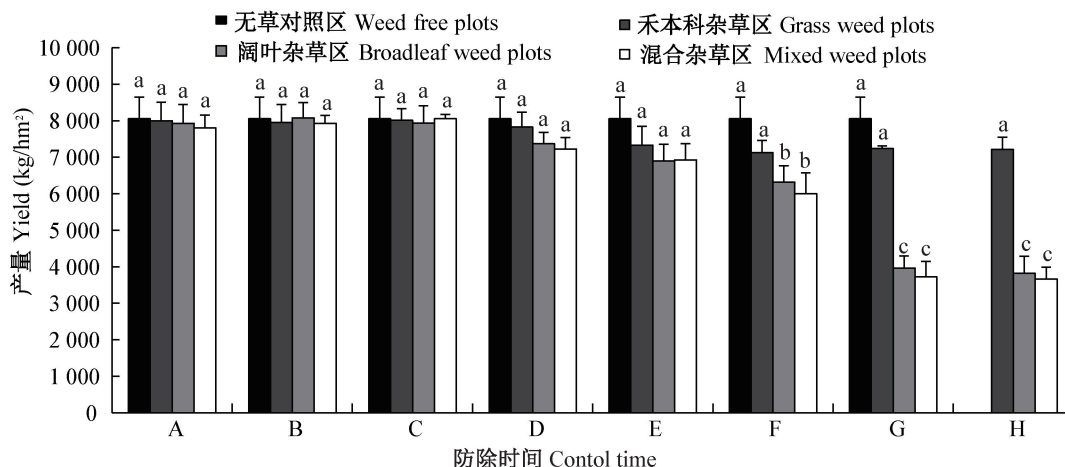


图 2 2014—2015 年山东省不同小麦田杂草群落及防除时间对小麦产量的影响

Fig. 2 Effects of different weed communities and control time on wheat yield in 2014—2015 in Shandong Province

图中数据为平均数±标准误。同色柱上不同字母表示同一杂草群落不同防除时间之间经 Duncan 氏新复极差法检验在  $P < 0.05$  水平差异显著。A: 冬前 11 月 15 日; B: 冬后 3 月 1 日; C: 冬后 3 月 15 日; D: 冬后 4 月 1 日; E: 冬后 4 月 15 日; F: 冬后 5 月 1 日; G: 冬后 5 月 15 日; H: 杂草未防除对照。Data are mean±SE. Different letters on the same color bars indicate significant difference in the same weed community at different control time at  $P < 0.05$  level by Duncan's new multiple range test. A: November 15th before winter; B: March 1st after winter; C: March 15th after winter; D: April 1st after winter; E: April 15th after winter; F: May 1st after winter; G: May 15th after winter; H: non weeding control.

### 2.3 对小麦产量构成指标的影响

2014年和2015年间麦田杂草危害均会造成小麦穗粒数、千粒重和总穗数下降,但比较不同防除时间杂草对小麦这3个产量构成指标的影响来看,对小麦总穗数的影响最大,其次是对穗粒数的影响,对千粒重的影响较小(表3)。

3个产量构成指标中影响最大的是小麦总穗数,尤其以杂草分布密度大的2014年最为明显。2014年混合杂草区杂草未防除处理的小麦总穗数仅为142.4个,显著低于无草对照区的574.9个,冬后4月1日或之前除草处理区小麦总穗数和无草对照区无显著差异,但冬后4月15日除草的阔叶杂草区和混合杂草区小麦穗数分别为483.0个和450.0个,显著低于无草对照区。2015年4月15日或之前除草对小麦总穗数影响都不大,但5月1日或之后除草

则使小麦穗数显著下降(表3)。

杂草对小麦穗粒数也有一定影响,2014年度田间杂草尤其是阔叶杂草播娘蒿密度较大,造成小麦穗粒数减少明显,冬后5月15日处理阔叶杂草区和杂草混合区杂草未防除处理的小麦穗粒数仅为10.4个和6.2个,显著低于无草区的29.7个。与对小麦穗数的影响一致,冬后4月1日或之前除草对小麦穗粒数的影响均不明显,但冬后4月15日除草的阔叶杂草区和混合杂草区穗粒数为27.6个和27.3个,略低于无草对照区。2015年各处理对小麦穗粒数的影响较小(表3)。

杂草对小麦千粒重的影响最小,两年试验不同处理区的小麦千粒重均无显著差异,2014年杂草未处理区的千粒重为42.9~45.0 g,略低于无草对照区的46.4 g,2015年各处理间均无显著差异(表3)。

表3 山东省不同小麦田杂草群落及防除时间对小麦穗数、穗粒数和千粒重的影响

Table 3 Effects of different weed communities and control time on total spike number, wheat grains number per spike and 1 000-grain weight of wheat yield in Shandong Province

| 年份<br>Year | 防除<br>时期<br>Control<br>time | 总穗数                |              |              | 穗粒数                           |             |             | 千粒重                     |                       |                 |
|------------|-----------------------------|--------------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|
|            |                             | Total spike number |              |              | Wheat grains number per spike |             |             | 1 000-grains weight (g) |                       |                 |
|            |                             | 禾本科杂草              | 阔叶杂草区        | 混合杂草         | 禾本科杂                          | 阔叶杂草区       | 混合杂草        | 禾本科杂草                   | 阔叶杂草                  | 混合杂草            |
|            |                             | 区 Grass            | Broadleaf    | 区 Mixed      | 草区 Grass                      | Broadleaf   | 区 Mixed     | 区 Grass                 | 区 Broad-<br>leaf weed | 区 Mixed<br>weed |
| 2014       | A                           | 559.5±26.0 a       | 573.9±42.5 a | 542.3±29.5 a | 29.0±1.2 a                    | 29.3±1.2 a  | 29.7±1.2 a  | 46.4±2.3 a              | 46.9±1.6 a            | 46.6±1.5 a      |
|            | B                           | 564.5±28.0 a       | 553.3±37.1 a | 570.4±44.0 a | 29.4±1.9 a                    | 29.5±1.6 a  | 28.4±1.6 a  | 46.6±1.7 a              | 46.6±1.3 a            | 46.5±2.1 a      |
|            | C                           | 584.8±35.8 a       | 579.8±39.7 a | 560.6±26.5 a | 30.8±1.6 a                    | 30.6±2.8 a  | 28.1±1.6 a  | 46.3±2.9 a              | 47.1±0.9 a            | 46.6±1.2 a      |
|            | D                           | 586.0±44.6 a       | 541.5±43.1 a | 567.4±16.3 a | 28.9±2.2 a                    | 28.7±2.9 a  | 29.7±1.8 a  | 46.3±1.2 a              | 46.6±1.8 a            | 46.2±1.7 a      |
|            | E                           | 572.0±30.2 a       | 483.0±31.5 b | 450.0±26.9 b | 28.4±1.4 a                    | 27.6±0.8 b  | 27.3±2.2 b  | 46.2±1.5 a              | 46.5±2.4 a            | 46.1±1.2 a      |
|            | H                           | 568.4±39.5 a       | 149.2±43.4 c | 142.4±31.8 c | 29.2±1.6 a                    | 10.4±2.6 c  | 6.2±1.6 c   | 45.0±1.9 a              | 42.9±2.5 b            | 43.0±1.9 b      |
|            | CK                          | 574.9±35.2 a       | 574.9±35.2 a | 574.9±35.2 a | 29.7±1.3 a                    | 29.7±1.3 a  | 29.7±1.3 a  | 46.4±2.2 a              | 46.4±2.2 a            | 46.4±2.2 a      |
| 2015       | A                           | 533.7±31.2 a       | 529.0±24.1 a | 535.5±16.5 a | 31.2±1.6 a                    | 31.1±0.6 a  | 31.1±0.8 a  | 44.0±1.5 a              | 45.0±0.9 a            | 45.2±0.6 a      |
|            | B                           | 529.5±23.2 a       | 531.0±30.2 a | 526.4±21.6 a | 30.0±1.1 a                    | 32.1±0.2 a  | 29.3±1.1 a  | 45.6±1.8 a              | 43.8±1.4 a            | 44.8±1.1 a      |
|            | C                           | 534.4±27.1 a       | 517.5±26.5 a | 528.1±24.8 a | 30.8±2.0 a                    | 29.5±0.5 a  | 30.4±1.2 a  | 44.2±1.2 a              | 45.0±1.3 a            | 44.8±0.9 a      |
|            | D                           | 540.0±19.6 a       | 522.3±24.6 a | 518.3±26.9 a | 30.0±1.3 a                    | 31.1±0.7 a  | 31.3±0.8 a  | 44.5±2.1 a              | 43.8±2.2 a            | 43.8±1.8 a      |
|            | E                           | 548.0±23.5 a       | 492.5±30.2 a | 468.4±21.6 a | 30.3±1.5 a                    | 30.8±1.1 a  | 31.0±0.9 a  | 45.3±1.3 a              | 43.9±2.3 a            | 44.2±1.1 a      |
|            | F                           | 455.6±28.6 b       | 415.2±31.1 b | 417.5±28.2 b | 30.9±0.9 a                    | 28.9±1.2 ab | 29.1±1.1 ab | 43.7±2.0 a              | 40.5±3.1 a            | 42.7±2.1 a      |
|            | G                           | 423.5±16.9 b       | 440.5±15.4 b | 375.5±21.1 c | 30.1±0.8 a                    | 27.6±2.1 b  | 27.2±1.8 b  | 43.5±1.1 a              | 42.4±1.2 a            | 43.0±1.6 a      |
|            | H                           | 421.2±16.8 b       | 402.3±21.1 b | 312.4±18.9 b | 29.9±0.7 a                    | 27.1±1.8 b  | 26.2±1.3 b  | 44.1±0.9 a              | 41.2±2.3 a            | 42.1±2.2 a      |
|            | CK                          | 529.6±21.1 a       | 529.6±21.1 a | 529.6±21.1 a | 30.0±1.2 a                    | 30.0±1.2 a  | 30.0±1.2 a  | 44.6±1.1 a              | 44.6±1.1 a            | 44.6±1.1 a      |

A: 冬前11月15日; B: 冬后3月1日; C: 冬后3月15日; D: 冬后4月1日; E: 冬后4月15日; F: 冬后5月1日; G: 冬后5月15日; H: 杂草未防除对照; CK: 无草对照区。表中数据为平均数±标准误。同列不同字母表示经Duncan氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。A: November 15th before winter; B: March 1st after winter; C: March 15th after winter; D: April 1st after winter; E: April 15th after winter; F: May 1st after winter; G: May 15th after winter; H: non weeding control. CK: weed free plots. Data are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant difference at  $P<0.05$  level by Duncan's new multiple range test.

### 3 讨论

杂草是农业生产中的重要问题,是影响农业产量的直接因素。我国农田草害面积约为0.43亿hm<sup>2</sup>,严重受害面积约0.1亿hm<sup>2</sup>,每年因草害损失粮食1 750万t(杨健源和杨贤志,1998)。据报道,我国麦田草害面积占种植面积的55%以上,其中严重危害面积占28%,损失产量占小麦总产量的30%(吴明荣等,2013)。随着耕作制度的改变以及气候因素的影响,近几年小麦田杂草种类不断增多,杂草发生严重度越来越高,使小麦产量降低,品质下降,严重影响了小麦生产(高兴祥等,2014)。

黄淮海地区小麦种植时间一般为10月10日左右,有2个适宜的杂草防除时期,第1个时期是冬前11月中旬,小麦播种后30~40 d,小麦处于分蘖初期,此时杂草基本出齐且苗小,对除草剂很敏感,此时进行化学防除效果好且用量低,但冬前施药还得考虑小麦播种时间,若播种较晚的地区,因杂草未出齐,所以只能在第2个适宜时期进行防除;第2个适宜时期是冬后返青初期,此时小麦和杂草刚刚返青,生命力还较弱,容易防除,但随着田间温度升高,杂草生长越来越旺,一方面杂草生命力旺盛,另一方面杂草植株长大,不易拔除,所以理论上来说小麦田杂草越早防除越好(李美等,2016)。研究于2013—2015年进行了连续2个生长周期的试验,采用不同时间段人工拔除杂草的方式也证明了这一点,小麦田杂草最佳防除时间为冬前或冬后4月1日之前,越早防除越好,在这其间对杂草进行防除,对小麦产量影响不明显。

本试验结果表明,不同杂草群落对小麦产量均造成一定影响,影响由强到弱的顺序为混合杂草自然生长群落>阔叶杂草自然生长群落>禾本科杂草自然生长群落。2013—2014年度田间杂草尤其是阔叶杂草播娘蒿分布数量多,禾本科杂草自然生长群落、阔叶杂草自然生长群落和混合杂草自然生长群落可造成小麦减产8.59%、91.42%和94.31%;2014—2015年度田间杂草分布相对较少,但仍造成小麦分别减产10.41%、52.48%和54.46%,这与李美等(2013)报道的不同杂草群落对棉花产量损失的强弱顺序一致,而与黄春艳等(2012)研究结论存在差异,即不同杂草群落对春玉米产量损失的影响强弱顺序为混合杂草自然生长群落>禾本科杂草自然生

长群落>阔叶杂草自然生长群落。由此可以看出,不论什么作物田,对作物产量影响最大的是混合杂草自然生长群落,至于阔叶杂草自然生长群落和禾本科杂草自然生长群落对作物的影响强弱则得具体看哪类杂草占据空间大,与小麦竞争养分、水分和阳光能力强。本试验中阔叶杂草播娘蒿为优势杂草,数量多且长势粗壮,相反的禾本科杂草雀麦植株相对细弱,对小麦的竞争能力明显差于阔叶杂草播娘蒿。另外,穗粒数、千粒重和总穗数是小麦产量构成的3个重要指标,本试验结果表明,杂草防除时间晚对小麦总穗数产生了很大影响,其次是对穗粒数的影响,对千粒重的影响不大。可能由于杂草通过与小麦竞争养分、水分和光照等,使小麦有效穗数和穗粒数明显减少,从而影响小麦产量。

### 参 考 文 献 (References)

- Ahmed A, Thakral SK, Kumar A, Yadav A, Yadav D. 2013. Physiological traits and yield of wheat cultivars as influenced by establishment methods and weed management practices. *Research on Crops*, 14(2): 382–388
- Arshad MA, Gill KS, Coy GR. 1994. Wheat yield and weed population as influenced by three tillage systems on a clay soil in temperate continental climate. *Soil and Tillage Research*, 28(3/4): 227–238
- Chen WY, Xu S, Qian YM, Pu XY, Feng XY. 2013. Investigation of weed in wheat fields and weed control strategies in Nanjing. *Biological Disaster Science*, 36(2): 192–194 (in Chinese) [陈卫宇, 徐生, 钱荣明, 濮晓勇, 冯小燕. 2013. 南京市小麦田杂草调查及其防除对策. *生物灾害科学*, 36(2): 192–194]
- Cui C, Tang Y. 2011. Effect of sowing rate of wheat on the weed community and wheat yield. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 33(12): 12–17 (in Chinese) [崔翠, 唐银. 2011. 小麦播种量对杂草群落及小麦产量的影响. *西南大学学报(自然科学版)*, 33(12): 12–17]
- Fu YC, Hu F, Piao Y, Zhang H. 1998. Study on the economic threshold and control for broadleaf weeds in wheat field. *Journal of Plant Protection*, 25(2): 175–180 (in Chinese) [付迎春, 胡凡, 朴英, 张华. 1998. 麦田阔叶杂草经济阈值及防除研究. *植物保护学报*, 25(2): 175–180]
- Gao XX, Li M, Fang F, Zhang YL, Sun ZW, Qi JS. 2014. Species composition and characterization of weed communities in wheat fields in Shandong Province. *Acta Prataculturae Sinica*, 23(5): 92–98 (in Chinese) [高兴祥, 李美, 房锋, 张悦丽, 孙作文, 齐军山. 2014. 山东省小麦田杂草组成及群落特征. *草业学报*, 23(5): 92–98]
- Huang CY, Wang Y, Huang YJ, Piao DW, Liang DY. 2012. Effect of disserve of different weed communities on yield loss of spring maize. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, (10): 49–53 (in Chinese) [黄春艳, 王宇, 黄元炬, 朴德万, 梁帝允. 2012. 不同杂草群

- 落危害对春玉米产量损失的影响. 黑龙江农业科学, (10): 49–53]
- Kolb LN, Gallandt ER, Mallory EB. 2012. Impact of spring wheat planting density, row spacing, and mechanical weed control on yield, grain protein, and economic return in Maine. *Weed Science*, 60(2): 244–253
- Li M, Gao XX, Li J, Fang F, Sun ZW. 2016. Occurrence status, control difficulties and control techniques of weeds in winter wheat field in Huang-Huai-Hai region. *Shandong Agricultural Sciences*, 48(11): 119–124 (in Chinese) [李美, 高兴祥, 李健, 房锋, 孙作文. 2016. 黄淮海冬小麦田杂草发生现状、防除难点及防控技术. 山东农业科学, 48(11): 119–124]
- Li M, Gao XX, Liu SG, Bai XY, Gao ZJ, Fang F, Sun ZW, Zhang BS. 2013. Influence of different weed populations on cotton yield in saline and alkaline land in Shandong. *Acta Prataculturae Sinica*, 22(6): 328–334 (in Chinese) [李美, 高兴祥, 刘士国, 白兴勇, 高宗军, 房锋, 孙作文, 张柏松. 2013. 山东盐碱地棉田不同杂草群落对棉花产量影响研究. 草业学报, 22(6): 328–334]
- Santin-Montanyá MI, Martin-Lammerding D, Walter I, Zambranab E, Tenoriob JL. 2013. Effects of tillage, crop systems and fertilization on weed abundance and diversity in 4-year dry land winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 48: 43–49
- Sun S, Yang XG, Zhao J, Chen F. 2015. The possible effects of global warming on cropping systems in China XI. The variation of potential light-temperature suitable cultivation zone of winter wheat in China under climate change. *Scientia Agricultura Sinica*, 48(10): 1926–1941 (in Chinese) [孙爽, 杨晓光, 赵锦, 陈阜. 2015. 全球气候变暖对中国种植制度的可能影响XI. 气候变化背景下中国冬小麦潜在光温适宜种植区变化特征. 中国农业科学, 48(10): 1926–1941]
- Wang KJ, Qiang S. 2007. Quantitative analysis of weed communities in wheat fields in Jiangsu. *Acta Prataculturae Sinica*, 16(1): 118–126 (in Chinese) [王开金, 强胜. 2007. 江苏麦田杂草群落的数量分析. 草业学报, 16(1): 118–126]
- Wang YT, Li ZM. 2010. The analysis of regional comparative advantage of Chinese wheat. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 26(15): 353–356 (in Chinese) [王玉庭, 李哲敏. 2010. 中国小麦区域比较优势分析. 中国农学通报, 26(15): 353–356]
- Wu MR, Tang W, Chen J. 2013. Herbicide application and resistance in wheat field of China. *Agrochemicals*, 52(6): 457–460 (in Chinese) [吴明荣, 唐伟, 陈杰. 2013. 我国小麦田除草剂应用及杂草抗性现状. 农药, 52(6): 457–460]
- Yang JY, Yang XZ. 1998. Advances in research and application of weed science in China. *Guangdong Agricultural Sciences*, (5): 26–29 (in Chinese) [杨健源, 杨贤智. 1998. 我国杂草科学的研究与应用进展. 广东农业科学, (5): 26–29]
- Zhang CX, Hu XE, Qian YX, Zhu WD, Wei SH, Ye GB, Li YZ, Xu ZM. 1998. Weed survey in wheat fields in Jiangnan Plain. *Plant Protection*, 24(3): 14–16 (in Chinese) [张朝贤, 胡祥恩, 钱益新, 朱文达, 魏守辉, 叶贵标, 黎银忠, 徐正明. 1998. 江汉平原麦田杂草调查. 植物保护, 24(3): 14–16]

(责任编辑:王 璇)