

雀麦不同防除时间对小麦产量的影响

高兴祥¹ 李 美^{1*} 白兴勇² 刘士国² 李 健¹ 房 锋¹

(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. 山东省聊城市高唐农业局植保站, 高唐 252800)

摘要: 为明确山东省小麦田中禾本科杂草雀麦不同防除时间对小麦产量的影响, 于2013—2015年连续在聊城市高唐县姜店村试验田中调查雀麦发生时间及数量, 测定了不同雀麦防除时间的小麦产量情况。结果表明, 该区小麦田在每年的3月1日—4月1日雀麦发生量最大, 2013—2014年和2014—2015年度的平均密度分别为55.0茎/m²和297.0茎/m²。冬小麦田间雀麦的最佳除草时间在每年4月1日之前为宜; 4月1日之后防除雀麦则造成小麦减产, 严重时产量损失可达90.8%, 甚至造成小麦绝产; 综合2年度试验结果, 雀麦危害造成小麦的产量损失能直接影响小麦的产量构成因素即小麦有效穗数, 其次是千粒重, 对穗粒数的影响较小。表明小麦田雀麦对小麦产量影响大小不仅与雀麦密度有关, 也与雀麦防除时间密切相关。

关键词: 雀麦; 防除时间; 小麦; 产量损失

Study on the effect of different control time of grass *Bromus japonicus* on wheat yield

Gao Xingxiang¹ Li Mei^{1*} Bai Xingyong² Liu Shiguo² Li Jian¹ Fang Feng¹

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

Abstract: To study the influence of different control time on *Bromus japonicus* in wheat yield in Shandong Province, the occurrence time and quantity of *B. japonicus* were investigated in 2013—2015, and the effects of different control time on the wheat yield were also determined. The results showed that the maximum occurrence time of *B. japonicus* in the area was from the beginning of March to the end of March. The average density of *B. japonicus* was 55.0 stem/m² and 297.0 stem/m² in 2013—2014 and 2014—2015, respectively. The best weed control time of *B. japonicus* in winter wheat area was before April 1st. Wheat yield loss was more than 90.8%, even more serious, when the weed control time later than April 1st. Moreover, yield loss of wheat was due to decrease the grains number of per spike. The results indicated that the influence of *B. japonicus* on wheat yield was closely related to weed density as well as its control time.

Key words: *Bromus japonicus*; control time; wheat; yield loss

小麦 *Triticum aestivum* L. 是我国主要粮食作物, 山东省是我国小麦高产和优势的主产区, 其种植面积和总产量分别占全国的14%和18%以上(彭芳等, 2012)。近年来, 麦田杂草是制约小麦产量提升的重要因素, 麦田杂草与小麦争抢生存空间和必需养分, 导致小麦减产甚至绝产(崔翠和唐银, 2011; 吴

明荣等, 2013)。高兴祥等(2014)报道山东省小麦田杂草共有69种, 隶属于21科54属, 优势杂草包括播娘蒿 *Descuminia sophia* L.、荠菜 *Capsella bursapastoris* M.、猪殃殃 *Galium aparine* L. var. *tererum* (Gren. et Godr.)、雀麦 *Bromus japonicus* L.、麦瓶草 *Silene cnoidea* L. 等10种, 其中雀麦因其与冬小麦生长习

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0200305), 山东省重点产业关键技术项目(2016CYJS03A01-4), 山东省农业科学院科技创新工程项目(CXGC2016A09)

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

收稿日期: 2016-09-12

性极为相近,适应性极强、根茎发达、分蘖结籽多、竞争力强(李秉华等,2008;魏敏,2010;李琦等,2016)、入侵性较强(刘耀斌等,2013),成为一年生越冬作物中最严重的危害性杂草。目前在我国广泛分布于山东、河南、河北、陕西和山西等省(江彦军,2010;李秉华等,2013;高兴祥等,2014),给小麦生产带来极大损失,造成冬小麦产量一般减少30%~40%,严重时损失可达90%。

小麦是山东省聊城市的主要粮食作物,并且聊城市也是雀麦最初侵入山东省的地方之一,现在雀麦的发生危害日趋严重,已成为当前影响小麦产量的主要因素,给农业生产造成重大影响和损失(张鲁江,2015)。据李美等(2016)报道,山东省乃至黄淮海冬麦区小麦田杂草在越冬前出苗达90%以上,冬前或冬后返青初期雀麦等禾本科杂草生命力弱,植株小,是最佳防除时期,但目前农户基本在春天小麦返青后甚至更晚进行除草,往往错过最佳防除时期,因而实践研究雀麦等杂草的适宜防除时期成为目前该地区小麦保质保量的重要课题。本研究在聊城市高唐县选择具有代表性的麦田,以麦田优势杂草雀麦为代表性研究对象,在未人工撒草种的自然情况下,于2013—2015年度连续2年度(冬前和冬后)设置不同的杂草防除时间,研究不同杂草防除时间对小麦产量及其各项指标的影响,以期全面了解麦田雀麦的危害现状及科学治理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试麦田:2013—2014年和2014—2015年试验均设在山东省聊城市高唐县姜店镇姜店村(116°E, 37°N),试验田小麦品种均为济麦22。所选试验田土质为轻壤土,pH为7.9,有机质含量为18.6 mg/kg,碱解氮为83 mg/kg,有效磷为29.7 mg/kg,速效钾为99 mg/kg。试验地地势平整,肥力中等,播种前撒施有机肥,施用氮、磷、钾为18-12-15的复合肥600 kg/hm²;返青期追施氮、磷、钾为30-5-5的复合肥300 kg/hm²。2013—2014年度小麦10月11日播种,播种量为202.5 kg/hm²;2014—2015年度小麦10月15日播种,播种量225 kg/hm²。2年度小麦生育期内病虫害防治情况基本一致,根据发生情况进行常规管理。

1.2 方法

1.2.1 试验设计

2013年10月—2014年5月用人工拔除目标杂草雀麦,试验设计7个处理:(1):无杂草对照;(2):未处理对照;(3):冬前11月15日除草;(4):冬后返青

初期3月1日除草;(5):3月15日除草;(6):4月1日除草;(7):4月15日除草。每个处理设置4次重复,共28个小区,每小区面积为5 m²,随机区组排列,每小区之间有50 cm宽的隔离带。2013年11月15日,划分小区并将试验田所有小区内的非雀麦杂草拔除。无草对照区将所有杂草拔除,自始至终保持无草状态;未除草对照区,保留雀麦杂草一直到小麦收获。

2014年10—2015年6月的试验设计与2013—2014年度试验相近,在上一年度的基础上增加了2个雀麦防除时间,即试验设计共9个处理:(1):无杂草对照;(2):未除草对照;(3):冬前11月15日除草;(4):冬后返青初期3月1日除草;(5):3月15日除草;(6):4月1日除草;(7):4月15日除草;(8):5月1日除草;(9):5月15日除草。每个处理4次重复,共36个小区,小区设计、除草方式等同上一年。

1.2.2 调查方法

杂草发生程度调查:2013—2014年度于冬前11月15日、冬后3月1日、3月15日、4月1日、4月15日进行5次调查;2014—2015年度于冬前11月15日、冬后3月1日、3月15日、4月1日、4月15日、5月1日、5月15日进行7次调查。每小区选取2个代表性样点,每个样点0.25 m²,每个处理共调查8个样点,分别记录雀麦分蘖数和鲜重,评估各时期雀麦发生程度。

小麦产量测定:小麦收获时,调查小麦每平方米的有效穗数,然后随机取回1 m²的小麦,晾干后脱粒,测定小麦产量,折算小区产量;在每小区所选1 m²之外,随机取50穗带回实验室,晾干后测穗粒数、千粒重等指标。比较各处理区的小麦产量,评估雀麦危害对小麦产量及穗粒数、千粒重、穗数等指标的影响。

1.3 数据分析

试验数据采用SPSS 16.0软件进行ANOVA分析,用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验,并利用Excel 2010软件绘图。

2 结果与分析

2.1 雀麦发生量及重量

2013—2014年度和2014—2015年度的雀麦调查均于每次雀麦防除前进行,调查各处理雀麦的发生量及重量,结果显示,2013—2014年度雀麦的发生量在冬后3月1日时最多,为94.8茎/m²,不同防除时间的分蘖数平均为55.0茎/m²,雀麦重量平均为27.1 g/m²;2014—2015年度的雀麦是在冬后4月1日时发生量最大,分蘖数为571.3茎/m²,不同防除时间的分蘖数平均为297.0茎/m²,雀麦重量平均为382.3 g/m²。表明雀麦最大发生量主要集中于冬后

小麦返青期,约3月1日—4月1日期间,并且雀麦的发生量均随着除草时间的推迟而越来越旺盛。此外,发现雀麦在2014—2015年度的发生量较2013—

2014年度有大幅度上升,最高达5倍多,危害更为严重;从重量来看,雀麦在后期生长较快,虽然数量少但生物量较大(表1)。

表1 2013—2015年山东省聊城市高唐县试验田雀麦发生量及重量调查

Table 1 The density and weight of *Bromus japonicus* in field in 2013—2015 in Gaotang County in Liaocheng City in Shandong Province

处理 Treatment	2013—2014		2014—2015	
	分蘖数 (茎数/m ²)	重量 (g/m ²)	分蘖数 (茎数/m ²)	重量 (g/m ²)
	Density	Weight	Density	Weight
无草对照 Weed free control	0.0	0.0	0.0	0.0
未除草对照 Non weeding control	51.3	48.6	290.0	737.5
冬前11月15日 Weeding before winter	45.7	5.3	100.0	8.0
冬后3月1日 Weeding after winter March 1st	94.8	11.6	214.3	24.8
冬后3月15日 Weeding after winter March 15th	70.0	16.5	486.3	141.3
冬后4月1日 Weeding after winter April 1st	77.3	42.1	571.3	405.5
冬后4月15日 Weeding after winter April 15th	45.7	65.4	410.3	520.0
冬后5月1日 Weeding after winter May 1st	—	—	315.8	952.5
冬后5月15日 Weeding after winter May 15th	—	—	285.5	651.3
平均值 Average	55.0	27.1	297.0	382.3

2.2 雀麦不同防除时间对小麦产量的影响

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影响较小,小麦产量在4 780.1~4 938.0 kg/hm²之间,与无草区的产量4 917.0 kg之间无显著差异,但与冬后4月15日除草的小麦产量(4 414.0 kg/hm²)存在显著差异,后者造成小麦减产达10.2%;2014—2015年度,冬前

除草或冬后4月15日之间除草对小麦的产量影响较小,无显著差异,但与后几次除草差异显著,冬后5月1日或5月15日之后除草,造成小麦严重减产达36.8%。随着生育期推迟,2013—2014年度和2014—2015年度未除草对照区的小麦减产达90.8%和50.1%。表明冬小麦最佳雀麦防除时间在冬前或冬后4月1日之前为宜(图1)。

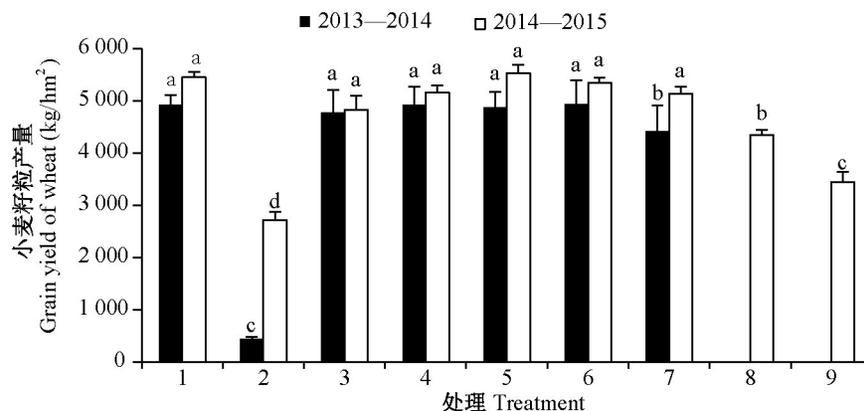


图1 2013—2015年山东省聊城市高唐县雀麦不同防除时间对小麦产量的影响

Fig. 1 Effects of different weed killing time of *Bromus japonicus* on wheat yield in 2013—2015 in Gaotang County in Liaocheng City in Shandong Province

图中数据为平均数±标准误。同色柱上不同字母表示经Duncan氏新复极差法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。1: 无草对照; 2: 未除草对照; 3: 冬前除草; 4: 冬后3月1日除草; 5: 冬后3月15日除草; 6: 冬后4月1日除草; 7: 冬后4月15日除草; 8: 冬后5月1日除草; 9: 冬后5月15日除草。Data are mean±SE. Different letters on the same color bars indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's new multiple range test. 1: Weed free control; 2: non weeding control; 3: weeding before winter; 4: weeding after winter March 1st; 5: weeding after winter March 15th; 6: weeding after winter April 1st; 7: weeding after winter April 15th; 8: weeding after winter May 1st; 9: weeding after winter May 15th.

2.3 雀麦不同防除时间对小麦产量指标的影响

2013—2014年度和2014—2015年度麦田雀麦对小麦穗粒数的影响不明显(图2-A)。

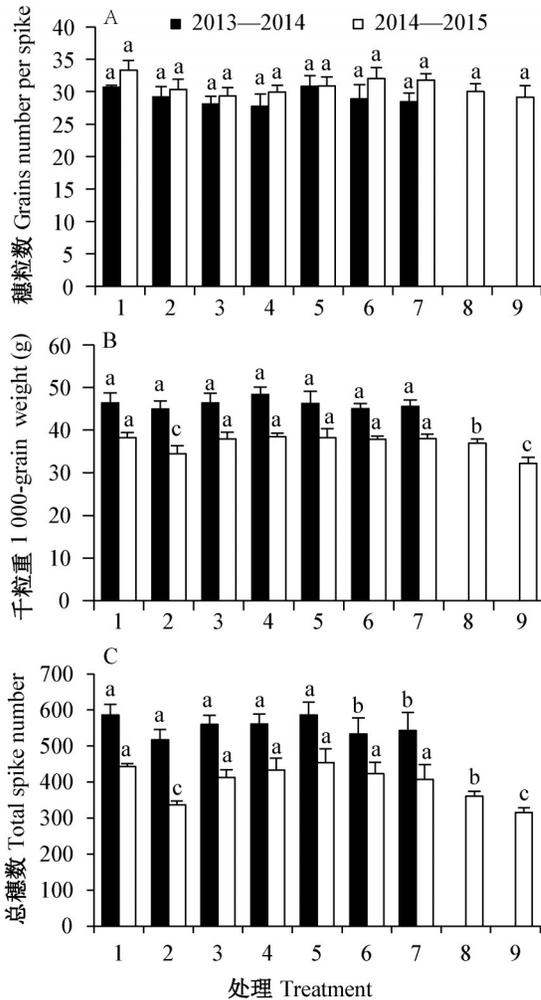


图2 2013—2015年山东省聊城市高唐县雀麦不同防除时间对小麦穗粒数、千粒重及穗数的影响

Fig. 2 Effect of different weed killing time of *Bromus japonicus* on wheat grains number per spike, 1 000-grains weight and total spike number of one meter four lines in 2013—2015 in Gaotang County in Liaocheng City in Shandong Province

图中数据为平均数±标准误。同色柱上不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。1: 无草对照; 2: 未除草对照; 3: 冬前除草; 4: 冬后3月1日除草; 5: 冬后3月15日除草; 6: 冬后4月1日除草; 7: 冬后4月15日除草; 8: 冬后5月1日除草; 9: 冬后5月15日除草。Data are mean±SE. Different letters on the same color bars indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's new multiple range test. 1: Weed free control; 2: non weeding control; 3: weeding before winter; 4: weeding after winter March 1st; 5: weeding after winter March 15th; 6: weeding after winter April 1st; 7: weeding after winter April 15th; 8: weeding after winter May 1st; 9: weeding after winter May 15th.

2年度间不同雀麦防除时间对小麦千粒重有一定的影响,2013—2014年度影响较小,但2014—2015年度影响较大,未除草处理、冬后5月1日与5月15日除草处理的千粒重在32.15~36.95 g之间,其它处理的千粒重则在37.88~38.47 g之间(图2-B)。

雀麦不同防除时间对小麦产量指标中的穗数影响最大,2013—2014年度,冬前除草和冬后4月1日之前除草对小麦穗数影响不大,穗数在560.00~576.75个之间,冬后4月1日和4月15日除草小麦穗数略有降低,为533.25个和543.25个。2014—2015年度小麦整体上减产较为严重,其中以冬后5月1日之后除草对小麦穗数的影响较为严重,总穗数仅在315.25~360.75个之间,而无草处理区的穗数达到442.40个。冬前除草和冬后4月15日之前除草,小麦穗数在407.50~454.25个之间,且越早防除小麦穗数越接近无草处理区(图2-C)。

综上,不同雀麦防除时间主要对小麦的穗数影响较大,并且随雀麦防除时间的推迟,小麦穗数逐渐降低,其次影响小麦的千粒重,而对另一产量指标穗粒数影响不大。

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,合理有效地防除杂草是目前杂草治理的重要课题。雀麦是山东省危害严重的禾本科杂草,研究雀麦不同防除时间对小麦产量的影响为合理防除禾本科杂草提供一定的理论基础。本研究结果显示,2013—2014年度,雀麦的发生量较小,发生高峰出现在冬后3月1日;2014—2015年度雀麦的发生量大幅度增加,并且雀麦杂草发生高峰推迟至4月1日,发生高峰比2013—2014年度推迟约一个月。Cardina et al. (2002)和Thomas et al. (2004)认为杂草的发生及组成受自然地理环境、农田生态及气候条件等影响,因此,2年度间气候条件的差异及农田生态的影响可能导致了发生高峰的推迟。干旱年份,田间水分少,麦田杂草出苗晚,也会使杂草发生高峰相应推迟。

崔翠和唐银(2011)认为小麦田中杂草种类不断增加,与小麦争抢各种生存空间和必需养分,导致小麦减产;在小麦生育期前期,田间的空间和阳光充足,杂草虽然发生量不断增加,但是未与小麦形成过强的竞争,因此,小麦的产量减产不大。但随着杂草防除时间的推迟,杂草的迅速生长和田间小气候逐渐恶化,光照和养分严重不足,最终直接影响小麦的

产量。李美等(2016)也报道过黄淮海冬麦区冬前杂草90%以上都已出苗,此时和冬后返青初期是杂草的最佳防除时间。本试验以雀麦为研究对象,也证明了以上结论,雀麦最佳防除时间是冬前或冬后4月1日之前,越早防除越好,一直不防除,则造成小麦减产高达90%以上。

魏仲坝(1993)认为小麦穗数、穗粒数和千粒重是小麦产量的3大指标,指标的差异主要与小麦品种、积温和气候等有关。本试验为了探究不同雀麦防除时间对小麦产量这3大指标的影响,2013—2014年度、2014—2015年度分别对小麦穗粒数、千粒重和总穗数3个小麦产量指标进行研究,结果表明雀麦不同防除时间对小麦产量的影响主要表现在总穗数上,其次是千粒重,对穗粒数的影响不大。

综合数据分析,不同雀麦防除时间对小麦产量具有一定影响,麦田雀麦的发生高峰在3月1日—4月1日,应于每年的冬前或冬后4月1日之前除草较为适宜,但若晚于此日期除草,杂草对小麦的有效穗数等指标有一定影响,造成小麦严重减产。

参 考 文 献 (References)

- Cardina J, Herms CP, Doonhan DJ. 2002. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science*, 50(4): 448–460
- Cui C, Tang Y. 2011. Effect of sowing rate of wheat on the weed community and wheat yield. *Journal of Southwest Agricultural 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, 33(12): 12–17]
- 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]
- Jiang YJ. 2010. Occurrence characteristics and control measures of *Bromus japonicas* and *Aegilops tauschii* in wheat field in Shijiazhuang. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 14(8): 106, 147 (in Chinese) [江彦军. 2010. 石家庄市麦田雀麦和节节麦的发生特点及防治措施. 河北农业科学, 14(8): 106, 147]
- Li BH, Wang GQ, Su LJ, Fan CQ, Dong JG. 2008. Screening the herbicide controlling Japanese brome and evaluation of its safety on winter wheat. *Weed Science*, (2): 58–59 (in Chinese) [李乘华, 王贵启, 苏立军, 樊翠芹, 董金皋. 2008. 防除雀麦除草剂的筛选及其对冬小麦安全性评价. 杂草科学, (2): 58–59]
- Li BH, Wang GQ, Wei SH, Fan CQ, Huang HJ, Zhang CX. 2013. Characterization of weed community in winter wheat in Hebei Province. *Journal of Plant Protection*, 40(1): 83–88 (in Chinese) [李乘华, 王贵启, 魏守辉, 樊翠芹, 黄红娟, 张朝贤. 2013. 河北省冬小麦田杂草群落特征. 植物保护学报, 40(1): 83–88]
- 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 Q, Zhao N, Zhang LL, Ma S, Wang JX. 2016. Allelopathic potentials of different wheat varieties in Huang-Huai-Hai Plain of China against Japanese brome. *Journal of Triticeae Crops*, 36(8): 1106–1112 (in Chinese) [李琦, 赵宁, 张乐乐, 马爽, 王金信. 2016. 黄淮海地区不同小麦品种对雀麦的化感作用. 麦类作物学报, 36(8): 1106–1112]
- Liu YB, Zhang YM, Liliya D. 2013. Invasion mechanisms of *Bromus tectorum* L.: a review. *Chinese Journal of Ecology*, 32(7): 1928–1936 (in Chinese) [刘耀斌, 张元明, Liliya Dimeyeva. 2013. 旱雀麦入侵机制研究进展. 生态学杂志, 32(7): 1928–1936]
- Peng Q, Guo QH, Zhang XB, Cheng DG, Dai S, Li HS, Zhao SJ, Song JM. 2012. Evolution in photosynthetic characteristics of wheat cultivars widely planted in Shandong Province since 1950s. *Scientia Agricultura Sinica*, 45(18): 3883–3891 (in Chinese) [彭芹, 郭骞欢, 张西斌, 程敦公, 戴双, 李豪圣, 赵世杰, 宋健民. 2012. 山东小麦品种更替过程中光合特性的演变. 中国农业科学, 45(18): 3883–3891]
- Thomas AG, Derksen DA, Blackshaw RE, van Acker RC, Légère A, Watson PR, Turnbull GC. 2004. A multistudy approach to understanding weed population shifts in medium-to long term tillage systems. *Weed Science*, 52(5): 874–880
- Wei M. 2010. Observation of biological characteristics of Japanese brome in the wheat of Zhuanglang County. *Gansu Agricultural Science and Technology*, (8): 30–31 (in Chinese) [魏敏. 2010. 庄浪县麦田雀麦生物学特性观察. 甘肃农业科技, (8): 30–31]
- Wei ZY. 1993. Analysis of wheat grains number spike, seeds number and 1 000-grains weight under different ecosystems and sowing date. *Tillage and Cultivation*, 5(7): 20–24 (in Chinese) [魏仲坝. 1993. 不同播期生态条件下小麦穗粒数、穗粒重及千粒重性状分析. 耕作与栽培, 5(7): 20–24]
- 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药性现状. 农药, 52(6): 457–460]
- Zhang LJ. 2015. Occurrence situation and control measures of *Bromus tectorum* and *Aegilops tauschii* in Guanxian wheat field. *China Agricultural Technology Extension*, 31(11): 49–50 (in Chinese) [张鲁江. 2015. 冠县麦田杂草雀麦和节节麦的发生情况及防治措施. 中国农技推广, 31(11): 49–50]

(责任编辑:王 璇)