

2000—2010年我国小麦病虫害发生 与为害特征分析

赵明月^{1,2}, 欧阳芳¹, 张永生^{1,2}, 曹婧^{1,2}, 周倩², 戈峰^{1*}

(1. 中国科学院动物研究所 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101; 2. 湖南农业大学 植物保护学院, 湖南 长沙 410128)

摘要: 小麦是我国重要的粮食作物之一, 近年来全球气候变化与农业生产结构的调整, 影响了其病虫害的发生。重点分析2000—2010年小麦病虫害的发生面积、防治程度、挽回损失、实际损失及其空间分布格局。结果表明: 我国小麦虫害的发生与危害均高于病害。2000—2010年小麦病害和虫害年均发生面积分别为2 974.18和3 560.06万hm²。到2010年, 防治小麦病害和虫害的面积分别高达3 500.42万hm²和4 048.35万hm²。防治后小麦的挽回损失量由2000年410.8万t增加到2010年的727.0万t (增加77.0%), 虫害防治挽回损失量由701.2万t增加到870.8万t (增长24.2%), 表明小麦病虫害防控的水平得到很大提高。小麦病害造成的实际损失量由2000年132.0万t增加到2010年241.2万t, 虫害造成的实际损失量由155.4万t增加到174.4万t (增加12.2%); 小麦病害实际损失率从2000年1.33%增加到2010年的2.09% (增加58.1%), 而虫害实际损失率则从1.56%下降到1.51% (下降2.9%)。这说明小麦病虫害尤其是病害的防治责任很大。小麦病虫害主要分布在我国华东、华中和华北地区的小麦主产区, 而东北地区和西南地区小麦病虫害发生相对较轻。应根据不同的生态区特征, 开展区域性小麦病虫害综合治理。

关键词: 小麦; 虫害; 病害; 发生面积; 损失量; 损失率; 空间分布

中图分类号: S435.121

文献标志码: A

文章编号: 2095-3704 (2015) 01-0001-06

On Occurrence Characteristics and Damage from Diseases and Insect Pests in Wheat in China during 2000—2010

ZHAO Ming-yue^{1,2}, OUYANG Fang¹, ZHANG Yong-sheng^{1,2},
CAO Jing^{1,2}, ZHOU Qian², GE Feng^{1*}

(1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. College of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Wheat is one of the major crops in China. In recent years, the global climate change and adjustment in structure of agricultural production influenced the occurrence of diseases and insect pests. This paper focused on analyzing the tendency of diseases and insect pests in occurrence, loss, and spatial distribution ranges in wheat crop from 2000 to 2010. Result showed that the occurrence area of insect pests was more than

收稿日期: 2014-12-20

基金项目: 环保部专项 (STSN-04-04) 和国家科技支撑计划项目 (2012BAD19B05)

作者简介: 赵明月, 女, 主要从事区域性农田景观与有害生物防治研究, E-mail: ouyangf@ioz.ac.cn; *通讯作者: 戈峰, 研究员, E-mail: gef@ioz.ac.cn。

that of diseases in most years during this period, and the occurrence area of diseases and insect pests were 29.7418 and 35.6006 million hm^2 , respectively. The save loss yield of wheat from diseases rose from 4.108 in 2000 to 7.270 million tons (increased by 77.0%) in 2010, while that from insect pests was from 7.012 in 2000 to 8.708 million tons (increased by 24.2%) in 2010, which means that the level of prevention and control against diseases and insect pests was enhanced obviously. The actual loss of wheat from diseases rose from 1.320 in 2000 to 2.412 million tons in 2010, while those from insect pests rose from 1.554 in 2000 to 1.744 million tons in 2010. The actual loss rate by diseases increased by 58.1%, while that by insect pests decreased by 2.9%. The results showed that the prevention and control against diseases and insect pests still needed great efforts, especially for the damage from diseases. The diseases and insect pests of wheat mainly distributed in East China, Mid-China and North China, while less so in Northeast China and Southwest China. Based on the ecotope of wheat growth and plantation, the integrated pest management researches on regional farmland ecosystem should be promoted.

Key words: wheat; insect pests; diseases; occurrence area; loss yield; loss rate; spatial distribution

0 引言

小麦是全球种植范围最为广泛的重要粮食作物之一, 34%~40%的世界人口以小麦作为主粮。而中国是世界上第一大小麦生产国, 总产量和总消费量均居世界首位, 小麦的常年种植面积、总产量分别占全国粮食作物的25%和22%, 年消费总量约1.2亿t, 年消费量增长约为2%, 是我国约一半人口的主食, 在我国粮食构成中占有极其重要地位^[1]。然而, 由于小麦的病虫草害种类多, 分布广, 危害大, 每年给小麦生产造成较大的损失^[2]。显然, 有效地防止或减少病虫害的暴发, 保障我国农业生产安全、农产品质量安全和农产品贸易安全意义重大^[3]。

近几十年来, 由于全球气候变化如温度上升、降雨分布不均、灾害性天气出现频繁以及作物生产格局的变化, 从而影响了农田生态系统中病虫害发生与危害的格局, 使一些病虫害分布区域扩大、危害严重^[4-5]。欧阳芳等^[6]曾对我国1991—2010年主要粮食作物生物灾害发生特征进行分析, 发现我国病虫害发生与危害总体呈增加的趋势; 但对不同作物如水稻、棉花^[7]的病虫害的效应不同。由于小麦是我国重要的粮食作物, 本文基于我国植物保护统计数据、小麦产量数据和农田土地覆盖类型分布遥感数据, 重点分析2000—2010年11年期间小麦作物病虫害发生面积、防治程度、危害挽回损失率及其空间分布格局的变化趋势, 以明确我国小麦有害生物发生与危害特征, 为制定区域性小麦病虫害生态防控策略和技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

2000—2010年我国小麦病害和虫害发生面积、防治面积、挽回损失、实际损失数据来源于植物保护统计资料; 2000—2010年我国小麦种植面积和产量数据来源于农业统计年鉴; 2010年小麦等农田土地覆盖类型分布来源于高分辨率遥感数据。

1.2 参数指标

小麦病虫害的发生面积、发生程度、防治面积、防治程度、挽回损失量、挽回损失率、实际损失量和实际损失率等参数指标^[6-7]。

1.3 分析方法

变化趋势: 利用SPSS统计软件分析小麦病虫害的发生面积、发生程度、防治面积、防治程度、挽回损失量、挽回损失率、实际损失量和实际损失率的变化趋势。

空间分布: 利用ArcGIS 10.2软件分析小麦病虫害空间分布。(1) 数据类型, 小麦县级单位产量(属性数据1, Feature); 2010年中国农田土地覆盖类型分布数据(栅格数据2, Raster)。(2) 将属性数据

1转换成栅格数据1（步骤，ArcToolbox - Conversion Tools - to raster - Feature to Raster）。（3）将栅格数据1与栅格数据2叠置分析（步骤，ArcToolbox - Spatial Analysis Tools - Extract - Extract by Mask）。

2 结果与分析

2.1 小麦病虫害发生面积和发生程度

据植物保护统计资料分析，2000—2010年我国小麦病害发生面积与虫害发生面积均呈波动增长趋势（图1-A，表1），其中，小麦病害年均发生面积为2 974.18万 hm^2 ，11年内增加29.0%；虫害年均发生面积为3 560.06万 hm^2 ，11年内增加9.5%（图1-A）。从发生程度来看，我国小麦病害2000年到2010年年均发生程度为1.34%，而虫害为1.60%；11年内病害和虫害发生程度分别增加15.3%和35.8%（图1-B）。

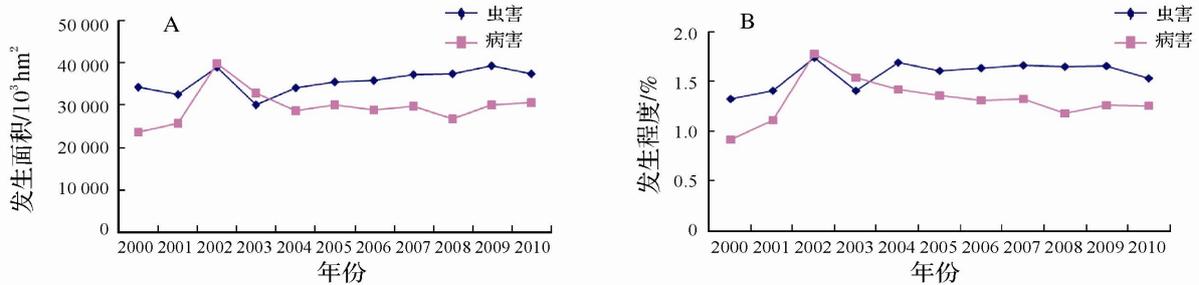


图1 2000—2010年我国小麦病虫害发生面积和发生程度

2.2 小麦病虫害防治面积和防治程度

类似地，从2000—2010年我国小麦病害与虫害的防治面积均呈显著增长趋势（图2-A，表1），其中，小麦病害防治面积从2000年的2 057.02万 hm^2 增加到2010年的3 500.42万 hm^2 ，增加70.2%（图2-A）；虫害防治面积从3 103.68万 hm^2 增加到4 048.35万 hm^2 ，增加30.4%（图2-A）。小麦病害防治程度从2000年的0.77%增加到2010年的1.44%，虫害防治强度从1.16%增加到1.67%；分别增加87.0%和43.3%（图2-B）。

表1 2000—2010年小麦病虫害各类指标线性趋势

指标类型	病虫害类型	线性方程	相关系数 R^2	P 值	趋势
发生面积	小麦病害	$Y=61.401X-93\ 367$	0.002 4	0.886 0	~
	小麦虫害	$Y=490.32X+70.803$	0.349 9	0.055 0	↗
发生程度	小麦病害	$Y=0.420X-82.828$	0.426 1	0.029 0	↑
	小麦虫害	$Y=0.023\ 9X-46.349$	0.442 2	0.026 0	↑
防治面积	小麦病害	$Y=1\ 003.7X-2\ 000\ 000$	0.479 2	0.018 0	↑
	小麦虫害	$Y=1\ 085.3X-2\ 100\ 000$	0.531 4	0.011 0	↑
防治程度	小麦病害	$Y=0.431X-85.179$	0.419 1	0.031 0	↑
	小麦虫害	$Y=0.048\ 5X-95.763$	0.570 0	0.007 0	↑
挽回损失量	小麦病害	$Y=29.941X-59\ 484$	0.533 8	0.011 0	↑
	小麦虫害	$Y=44.727X-88\ 968$	0.434 2	0.027 0	↑
挽回损失率	小麦病害	$Y=0.141\ 1X-277.62$	0.192 8	0.177 0	↗
	小麦虫害	$Y=0.244\ 9X-484.06$	0.258 7	0.110 0	↗
实际损失量	小麦病害	$Y=1.038\ 3X-1\ 886.8$	0.003 3	0.868 0	~
	小麦虫害	$Y=8.734\ 5X-17\ 358$	0.426 8	0.029 0	↑
实际损失率	小麦病害	$Y=-0.045\ 3X+92.880$	0.039 9	0.556 0	↘
	小麦虫害	$Y=0.044\ 2X-87.096$	0.235 4	0.130 0	↗

注：Y小麦病虫害发生面积（ $10^3\ \text{hm}^2$ ）、发生程度（%）、防治面积（ $10^3\ \text{hm}^2$ ）、防治程度（%）、挽回损失量（ $10^4\ \text{t}$ ）、挽回损失率（%）、实际损失量（ $10^4\ \text{t}$ ）、实际损失率（%）；X为年份，2000年到2010年。X系数>0为线性趋势增加，X系数<0为线性趋势减少；P值<0.05为线性趋势显著，P值>0.05为线性趋势波动。↑或↓显著增长或下降；↗或↘波动增长或下降；~在0值附近波动。

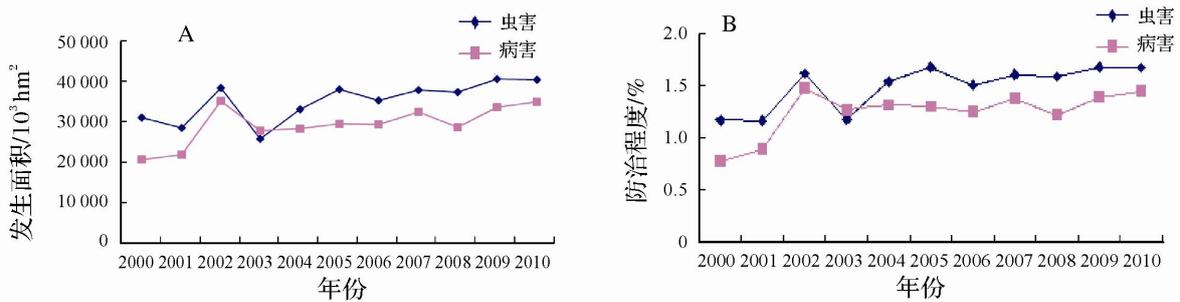


图 2 2000—2010 年我国小麦病虫害防治面积和防治程度

2.3 小麦病虫害防治后挽回的损失量和挽回的损失率

小麦病害防治后挽回的小麦损失量从2000年410.8万t增加到2010年的727.0万t，增加77.0%；虫害防治后挽回的小麦从701.2万t增加到870.8万t，增长24.2%（图3-A）。小麦病害挽回损失率从2000年的4.12%增加到2010年的6.32%，虫害挽回损失率从7.04%增加到7.56%（图3-B）。

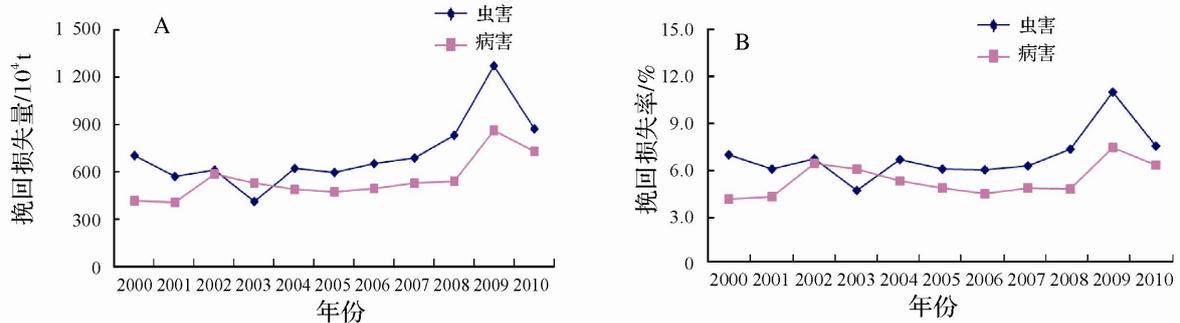


图 3 2000—2010 年我国小麦病虫害防治后挽回损失量和挽回损失率

2.4 小麦病虫害实际损失量和实际损失率

尽管进行了有效的防治，但由于气候变化等诸多因子的影响，导致为害面积与为害程度的增加，小麦病害实际损失量由2000年132.0万t增加到2010年241.2万t，虫害实际损失量由155.4万t增加到174.4万t，分别增长82.7%和12.2%（图4-B）。

但从其实际损失率来看，小麦病害实际损失率从2000年的1.33%增加到2010年的2.09%，增加了58.1%；而虫害实际损失率则从1.56%下降到1.51%，下降了2.9%（图4-B）。

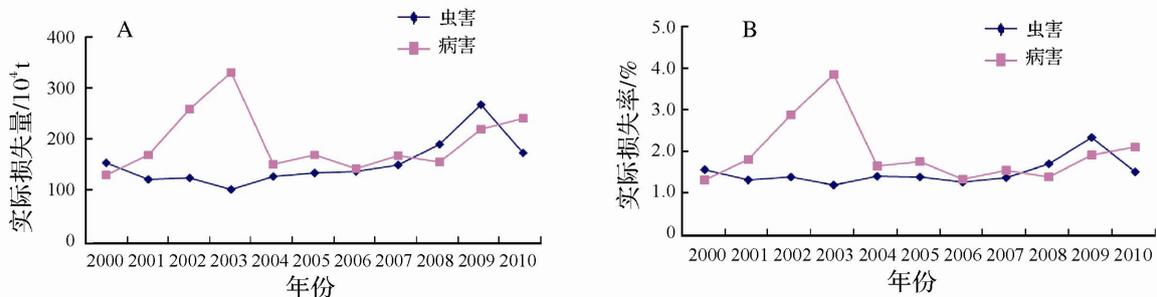
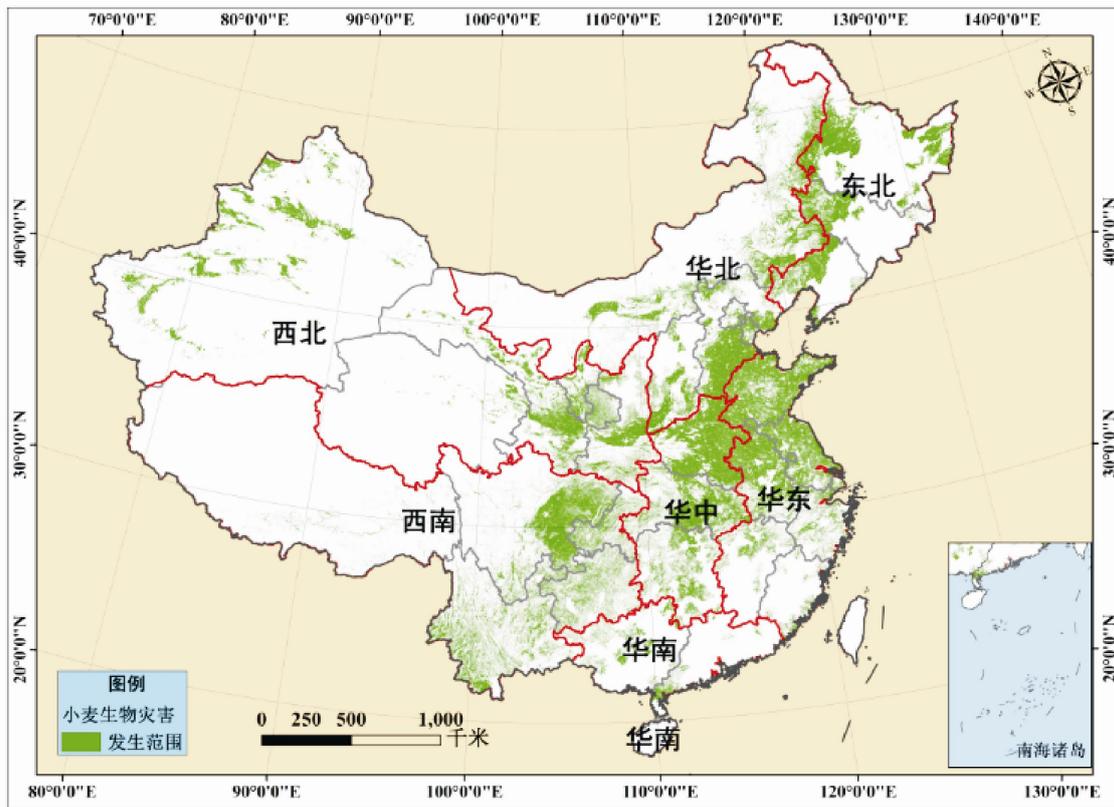


图 4 2000—2010 年我国小麦病虫害实际损失量和实际损失率

2.5 小麦病虫害发生分布格局

根据2010年中国遥感调查和土地覆盖分类的农田空间分布数据以及主要粮食作物县级单位产量数据，确定了图5中我国小麦病虫害的发生分布格局。从全国各省来看，小麦病虫害发生分布范围较广的省份有华北地区的河北；华东地区的山东、江苏、安徽；华中地区的河南、湖北；小麦病虫害发生分布范围较轻的省份有华东地区的浙江、江西；华中地区的湖南；华南地区的广西。东北地区的吉林、辽宁；西北地区的甘肃、新疆；西南地区的云南、四川；华东地区的福建、上海有少量分布。



制作时间：2014年8月20日

制作单位：中国科学院动物研究所

图5 中国小麦病虫害发生范围空间分布

3 结论与讨论

通过对2000—2010年11年我国小麦病害与虫害发生面积分析显示，我国小麦病虫害发生面积呈逐年波动增加的趋势。小麦病害和虫害年均发生面积分别为2 974.18万 hm^2 和3 560.06万 hm^2 。总体来看，小麦病害发生面积表现出在年均值附近波动，但在2002年病害发生面积突然增大，这是由于2002年小麦条锈病是继1950年、1964年和1990年后在全国范围内又一次大流行^[8]；继2002年之后，2003年小麦赤霉病严重流行^[9]，从而也导致病害发生面积的突然增加。但病害与虫害相比，无论发生面积，还是发生程度，小麦的虫害均高于病害。而且无论防治面积，还是防治程度，小麦虫害也均高于病害。

由于植物保护工程的实施，我国2000—2010年11年小麦病虫害的挽回损失量、挽回损失率呈逐年增加趋势。统计分析表明，小麦病害防治后挽回的小麦产量从2000年410.8万t增加到2010年的727.0万t，增加53.2%；小麦虫害防治后挽回的小麦产量从701.2万t增加到870.8万t，增长24.2%。如以我国的人均粮食消费量400 kg左右计算，2010年小麦病害和虫害防治挽回的小麦产量分别相当于1 817.5万人和2 177万人1年的口粮，总计可为3 994.5万人提供1年的口粮，表明小麦病虫害防治意义重大。

尽管如此，由于气候变化等诸多因子的影响，导致为害面积与为害程度的加大，小麦病害造成的实际损失量由2000年132.0万t增加到2010年241.2万t，虫害造成的实际损失量由155.4万t增加到174.4万t，分别增长82.7%和12.2%。2010年小麦病虫害造成的实际损失量为415.6万t，相当于1 039万人1年的口粮，显示小麦病虫害的防控还有很大的提升空间。从其实际损失率来看，小麦病害实际损失率从2000年的1.33%增加到2010年的2.09%，增加了58.1%；而虫害实际损失率则从1.56%下降到1.51%，下降了2.9%。这意味着病害实际损失率高于虫害，而虫害的损失率有下降的趋势，显然加强小麦病害的防治更为重要。值得一提的是，2010年小麦病虫害实际损失量和实际损失率均最高，这可能是由于2009年秋季—2010年春季，我国天气气候十分异常、极端事件频发，致使小麦生长受到严重影响，重大病虫害的发生流行特点显著变化^[10]，最终导致全国小麦产量大幅下降，实际损失量和实际损失率增高。说明，小麦病虫害的发

生流行与年份之间的气候变化密切相关。

从小麦病虫害分布格局来看,它主要分布在我国华东、华中和华北地区的小麦主产区,东北地区和西南地区小麦病虫害发生相对较轻,西北和华南地区小麦病虫害有少量分布。我国小麦病虫害发生加重与我国的集约化农业发展导致的农田生态系统单一化以及全球季候变化有关^[1]。大量的研究表明,作物种植面积的增加和单一化降低了生态环境的多样性,造成农田生态系统的不稳定,导致病虫害发生和危害加重^[12-13]。气候变暖可使病虫害发育历期缩短、危害期延长,害虫种群增长力增加、繁殖世代数增加,发生界限北移、海拔界限高度增加,危害地理范围扩大,危害程度加重,气候变暖将使中国大部分地区农作物病虫害发生呈扩大、加重趋势^[14-15]。灌溉面积、农业生产资料与农产品价格、粮食播种面积等也是影响粮食产量的主要因素^[16]。应重点加强我国华东、华中和华北地区的小麦病虫害生态控制,开展区域性麦田生态系统病虫害综合治理^[17]。

参考文献:

- [1] 贾筱智. 中国小麦主产区小麦生产技术效率与技术进步率的测算与分析[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [2] 阿依恒, 古丽, 巴吉汗. 小麦病虫害防治[J]. 农民致富之友, 2014 (6): 42-42.
- [3] 杨普云, 赵中华. 农作物病虫害绿色防控技术指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [4] 戈峰. 应对全球气候变化的昆虫学研究[J]. 应用昆虫学报, 2011,48(5):1117-1122.
- [5] 欧阳芳, 戈峰. 农田景观格局变化对昆虫的生态学效应[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(5): 1177-1183.
- [6] 欧阳芳, 门兴元, 戈峰. 1991—2010年中国主要粮食作物生物灾害发生特征分析[J]. 生物灾害科学, 2014, 37(1): 1-6.
- [7] 房雪, Saiying G E, 张永生, 等. 1991—2010年中国棉花病虫害经济损失分析[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 1104-1113.
- [8] 万安民, 赵中华, 吴立人. 2002 年我国小麦条锈病发生回顾[J]. 植物保护, 2003, 29(2): 5-8.
- [9] 王玉国, 颜士洋, 姚志龙, 等. 2003 年小麦赤霉病大流行原因分析及防治对策[J]. 福建稻麦科技, 2004, 22(2): 27-28.
- [10] 曾娟, 姜玉英, 霍治国. 小麦重大病虫害发生流行的气候影响评价[J]. 科技导报, 2011, 29(20): 68-72.
- [11] 欧阳芳, 门兴元, 戈峰. 1991—2010 年中国主要粮食作物生物灾害发生特征分析[J]. 生物灾害科学, 2014, 37(1): 1-6.
- [12] Altieri M A, Letourneau D K. Vegetation management and biological control in agroecosystem [J]. Crop Protection, 1982, 4(1):405-430.
- [13] 李正跃, Altieri M A, 朱有勇. 生物多样性与害虫综合防治[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [14] 霍治国, 李茂松, 王丽, 等. 气候变暖对中国农作物病虫害的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(10): 1926-1934.
- [15] 李祎君, 王春乙, 赵蓓. 气候变化对中国农业气象灾害与病虫害的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(S): 263-271.
- [16] 尹世久, 吴林海, 张勇. 我国粮食产量波动影响因素的经验分析[J]. 系统工程理论与实践, 2009 (10): 28-34.
- [17] 戈峰. 害虫区域性生态调控的理论、方法及实践[J]. 昆虫知识, 2001, 38(5): 337-341.