植物保护学报 Journal of Plant Protection，2020，47(3)：463-470 DOI：10.13802/j.cnki.zwbhxb.2020.2019143

近年我国马铃薯四大产区病虫害发生及防控情况的比较分析

马中正[1] 任彬元[2] 赵中华[2] 李春广[2] 沈 杰[1*] 闫 硕[1*]

（1. 中国农业大学植物保护学院，北京100193；2. 全国农业技术推广服务中心，北京100125）

摘要：为更系统地了解我国马铃薯四大产区病虫害发生情况，通过对2008—2017年《全国植保专业统计资料》进行汇总，本文重点分析我国马铃薯四大产区北方一作区、中原二作区、西南混作区和南方冬作区的晚疫病、早疫病、蚜虫、蛴螬等病虫害发生及防控情况，并对各产区间的相关指标进行比较分析。结果表明：马铃薯四大产区病虫害发生危害情况不同，晚疫病作为马铃薯最主要病害之一，高发于北方一作区和西南混作区，造成年均产量损失分别占各区总损失的42.41%和64.22%，远高于其它病虫害；中原二作区马铃薯病虫害种类繁多，且均对产量造成威胁。在四大产区中，北方一作区年均病虫害发生面积最大，实际产量损失最高，二者均超出该产区种植面积占比。当前，马铃薯四大产区病虫害防控仍太过依赖化学农药，应进一步推进病虫害绿色防控技术的研发和推广，加快病虫害专业化统防统治与绿色防控技术的融合。

关键词：马铃薯病虫害；马铃薯产区；马铃薯晚疫病；蛴螬；蚜虫

Comparative analysis of the occurrence and control of pests and diseases in four major potato producing areas in China in recent years

MA Zhongzheng[1] REN Binyuan[2] ZHAO Zhonghua[2] LI Chunguang[2] SHEN Jie[1*] YAN Shuo[1*]

（1. College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. National Agricultural Technology Extension and Service Center, Beijing 100125, China）

Abstract: In order to understand the occurrence and control of pests and diseases in four major potato-producing areas in China, the National Plant Protection Statistics (2008—2017) was summarized to analyze and compare the occurrence and control of potato late blight, potato early blight, aphids, grubs, etc. in four major potato-producing areas in China (North region, Central Plain region, Southwest region and South region). The results illustrated that the occurrence of pests and diseases was different among various potato-producing areas. As the number one killer of potato, potato late blight occurred frequently in North region and Southwest region, and the average losses accounted for 42.41% and 64.22% of the total annual losses in each area, much higher than those caused by other diseases and pests. There were many threatening diseases and pests in Central Plain region. The North region exhibited the largest occurrence area of pests and diseases and the highest actual loss among the four producing areas, which exceeded its proportion in planting areas. The control of diseases and pests still relied too much on the chemical control, so the development and extension of green crop pest control techniques should be accelerated and the fusion of regional pest control program and green crop pest control should be promoted.

Key words: potato diseases and pests; potato-producing area; potato late blight; grubs; aphids

---

基金项目：国家重点研发计划(2018YFD0200804)

* 通信作者（Authors for correspondence），E-mail：shenjie@cau.edu.cn，yanshuo2011@foxmail.com

收稿日期：2019-08-01

马铃薯是我国四大粮食作物之一，其种植面积和产量常年位居世界前列。相对于玉米、水稻、小麦等传统主粮作物，马铃薯具有经济效益高、耐旱、耐瘠薄、水分利用率高等优势特点（杨雅伦等，2017）。根据我国各地马铃薯耕作制度、品种类型及分布，参照地理和气候信息以及《2019年全国马铃薯生产技术指导意见》，我国马铃薯主产区可划分为北方一作区、中原二作区、西南混作区和南方冬作区共四大产区。自2015年提出马铃薯主粮化战略以来，国家给予马铃薯生产高度关注，使其逐渐成为加快农业结构调整、促进农民增收、保障粮食安全、推动区域经济发展的支柱产业。近些年，马铃薯晚疫病、早疫病、蚜虫、蛴螬等病虫害的发生给农业生产带来了巨大的经济损失，严重制约着我国马铃薯产业的发展，威胁着粮食安全（赵中华等，2012；王平等，2018；朱江等，2019）。

我国马铃薯种植范围遍布全国，有关不同区域马铃薯病虫害的发生防控情况有一定报道。如朱杰华和杨志辉（2009）重点阐述了我国北方马铃薯产区主要病虫害的症状特点，并对病虫害的发生趋势以及综合治理措施进行了分析。此外，内蒙古自治区、甘肃省、四川省等地植保部门也都对该地区马铃薯病虫害的防控工作进行了总结讨论，共同促进了我国马铃薯产业的进步与发展（齐恩芳等，2018；张建平等，2018）。对于马铃薯的头号病害——晚疫病，黄冲和刘万才（2016）针对我国2008—2014年晚疫病在各地区间的发生特点，总结得到了气候是影响马铃薯晚疫病发生流行的最重要因素。马中正等（2019）和任彬元等（2019）分别分析了北方一作区和西南混作区马铃薯病虫害的发生及防控情况，但不同区域间病虫害发生防控情况差异尚不明确，严重阻碍着马铃薯病虫害分区域治理策略的制订与实施。

目前，我国马铃薯不同产区间病虫害发生防控的比较分析尚无系统性研究，本文拟汇总分析2008—2017年《全国植保专业统计资料》，对10年间我国马铃薯病虫害防控工作的实践与发展进行报道，重点分析我国马铃薯四大产区病虫害发生及防控情况，比较各产区间病虫害发生特点及防治情况。基层植保系统10年来的调查结果表明，马铃薯晚疫病、早疫病、病毒病、蚜虫、蛴螬、金针虫、二十八星瓢虫 *Henosepilachna vigintioctopunctata*、地老虎是我国马铃薯主要病虫害，因此，本研究将重点总结分析这几大病虫害的发生及防控情况。由于历史数据内容庞杂、涉猎面广，某些病虫害的发生规律及机理需要进一步证实，本研究将重点对各产区间主要病虫害的种类是否相同、各产区间主要病虫害造成的损失是否一致以及各产区间主要病虫害的防治措施是否类似这3个问题进行探讨。以期为我国马铃薯病虫害分区治理策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试病虫害数据：马铃薯病虫害发生面积、防治面积、挽回损失和实际产量损失数据来自2008—2017年《全国植保专业统计资料》。

马铃薯主产区数据选取：选取黑龙江、吉林、内蒙古、宁夏、青海、甘肃作为北方一作区代表省（自治区）；选取河南、山东、江苏作为中原二作区代表省；选取贵州、四川、云南、重庆作为西南混作区代表省（直辖市）；选取广西、广东、福建作为南方冬作区的代表省（自治区）。由于南方冬作区2011年数据不全，故本文并未对该区这一年的相关数据进行分析。

1.2 方法

1.2.1 马铃薯病虫害发生面积调查

根据《植物保护统计技术与方法》（李春广和汤金仪，2013），选取各产区发生面积最大的3种病虫害，如马铃薯晚疫病、早疫病、病毒病、蚜虫、蛴螬、金针虫、二十八星瓢虫、地老虎，采取抽样调查法，即：以县作为研究的总体，根据影响有害生物发生的生态因素划分不同类型的抽样调查区，每个调查区再选定20%有代表性的乡作为样点乡，每个样点乡再选取若干片，每片随机抽样调查不同类型的马铃薯田，在每一田块中根据有害生物空间分布格局，采用棋盘式、对角线5点式、平行线跳跃式或Z字形选点取样调查。根据抽样调查结果，首先计算各类型田块达到防治指标的地块数及占各类型调查地块的百分比，然后以各类型代表田块面积及达到防治指标地块所占比例，采用加权平均法求得某一单项病虫害发生面积。并计算各大马铃薯产区病害与虫害发生面积总和。

1.2.2 防治面积统计

目前，防治马铃薯病虫害的方法包括化学、生物和物理防治措施。防治面积是指利用化学、生物和物理防治措施对马铃薯病虫害进行控制的面积。以县为单位，通过人工调查方式统计各种措施防治的面积。

1.2.3　产量危害损失计算

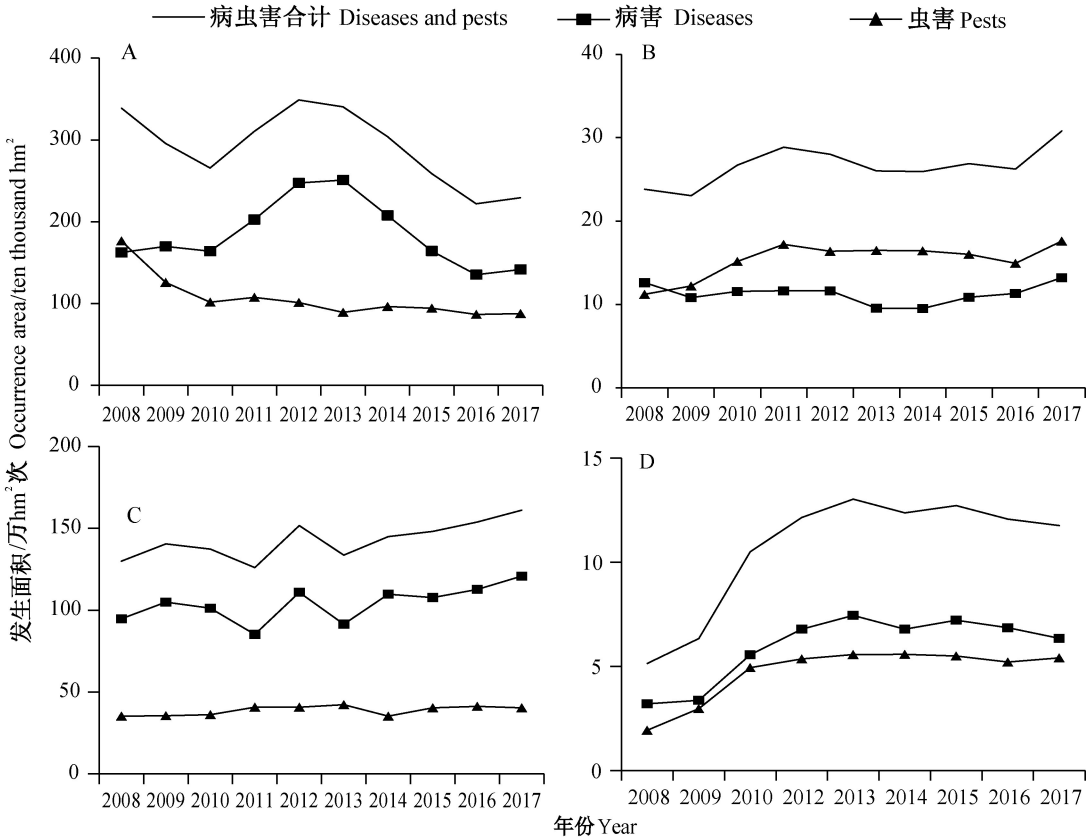
由于危害损失计算复杂，涉及公式较多，具体计算详见《植物保护统计技术与方法》（李春广和汤金仪，2013），以下简要列出主要概念：自然产量损失：在不防治情况下或在自然情况下，作物受有害生物危害后产生的损失。实际产量损失量：通过防治后因残存有害生物危害造成的损失。挽回产量损失：通过防治后挽回的有害生物损失。

为了分析比较各病虫害的危害情况，在植保统计数据的基础上计算每种病虫害产量损失占比和病虫害挽回产量损失率。单项病虫害产量损失占比=单项病虫害造成的年平均实际产量损失/病虫害年均造成总产量损失×100%；病虫害挽回产量损失率=病虫害挽回产量损失/（病虫害挽回产量损失+病虫害实际产量损失）×100%。

2 结果与分析

2.1 马铃薯主要病虫害发生面积

总体上来说，我国马铃薯病虫害发生面积较大，而且病害发生面积高于虫害发生面积，尤其是在北方一作区和西南混作区更明显。北方一作区马铃薯病虫害发生面积于2012年达顶峰，为348.74万hm^2次，随后逐年下降，于2016年和2017年稳定在225万hm^2次左右。其中，病害于2012年和2013年发生严重，虫害发生面积总体呈下降趋势；中原二作区和西南混作区马铃薯病虫害发生面积均呈逐年上升趋势，于2017年达到峰值，分别为30.80万hm^2次和161.07万hm^2次，相比2008年分别增长了29.30%和23.94%；南方冬作区马铃薯病虫害发生面积在经历了2008—2013年间急速增长后趋于平稳（图1）。



A：北方一作区；B：中原二作区；C：西南混作区；D：南方冬作区。

A：North region；B：Central Plain region；C：Southwest region；D：South region.

图1　2008—2017年我国马铃薯四大产区病虫害发生面积

Fig. 1　Occurrence areas of diseases and pests in four potato-producing regions of China during 2008—2017

我国马铃薯四大产区的主要病害类似，均为晚疫病、早疫病和病毒病（表1）。其中，晚疫病在各产区发生面积最广，为马铃薯上头号病害。晚疫病于2012—2013年在北方一作区暴发流行，发生面积均在100万hm^2次以上；2014—2017年，晚疫病在西南混作区和南方冬作区发生面积均高于平均水平，发生面积呈上升趋势。早疫病是马铃薯第二大病害，北方一作区早疫病年均发生面积为52.55万hm^2次，

于2012年发生面积最大，达120.34万hm²次；2014—2017年，早疫病在西南混作区和南方冬作区发生面积均高于平均水平，发生面积呈上升趋势。病毒病在北方一作区发生面积呈下降趋势，而在其它3个产区发生面积相对稳定。

表1 2008—2017年我国马铃薯四大产区主要病害发生面积（万hm²次）

Table 1 Occurrence area of major potato diseases in four potato-producing regions during 2008—2017（ten thousand hm²）

年份 Year	北方一作区 North region			中原二作区 Central Plain region			西南混作区 Southwest region			南方冬作区 South region		
	晚疫病 Potato late blight	早疫病 Potato early blight	病毒病 Potato virus disease	晚疫病 Potato late blight	早疫病 Potato early blight	病毒病 Potato virus disease	晚疫病 Potato late blight	早疫病 Potato early blight	病毒病 Potato virus disease	晚疫病 Potato late blight	早疫病 Potato early blight	病毒病 Potato virus disease
2008	72.04	45.33	18.50	5.40	2.42	0.79	54.32	12.40	9.01	1.35	0.54	0.38
2009	82.45	40.16	21.83	4.91	2.14	0.73	70.35	13.39	13.63	1.53	0.65	0.49
2010	64.91	42.34	22.37	5.06	2.83	0.85	65.53	16.43	12.86	2.13	1.14	0.41
2011	67.02	61.65	28.67	5.20	2.70	1.39	47.09	17.32	14.16	–	–	–
2012	120.34	62.71	23.30	5.60	2.09	0.95	72.97	18.88	13.59	2.86	1.46	0.92
2013	116.94	61.82	23.78	4.01	1.96	1.02	54.74	16.55	14.77	2.74	1.76	1.09
2014	76.44	58.52	23.25	4.24	1.84	0.96	74.57	17.97	13.41	2.54	1.75	0.95
2015	52.13	54.18	14.55	4.89	1.68	1.00	71.77	18.29	12.80	2.71	1.85	0.93
2016	36.28	49.79	13.40	5.05	1.67	1.00	76.05	17.45	13.56	2.74	1.63	0.75
2017	45.18	49.01	13.71	6.18	1.91	1.05	82.73	19.25	12.97	2.61	1.31	0.61
平均 Average	73.37	52.55	20.34	5.05	2.12	0.97	67.01	16.80	13.08	2.22	1.21	0.65

我国马铃薯四大产区虫害以蚜虫和地下害虫为主，但各产区间虫害发生情况略有不同（表2）。除中原二作区外，其它产区以蚜虫发生范围最广，为马铃薯上头号害虫，如北方一作区和西南混作区蚜虫年均发生面积分别达26.24万hm²次和10.98万hm²次。蚜虫在各产区发生面积呈先上升后下降趋势，近几年，各虫害发生面积相对稳定。除蚜虫外，北方一作区和中原二作区的蛴螬、金针虫发生面积较大，西南混作区的地老虎、二十八星瓢虫发生面积较大，南方冬作区的蛴螬、地老虎发生面积较大。

表2 2008—2017年我国马铃薯四大产区主要虫害发生面积（万hm²次）

Table 2 Occurrence areas of major potato pests in four potato-producing regions during 2008—2017（ten thousand hm²）

年份 Year	北方一作区 North region			中原二作区 Central Plain region			西南混作 Southwest region			南方冬作区 South region		
	蚜虫 Aphids	蛴螬 Grubs	金针虫 Wireworms	蚜虫 Aphids	蛴螬 Grubs	金针虫 Wireworms	蚜虫 Aphids	地老虎 Cutworms	二十八星瓢虫 *Henosepilachna vigintioctopunctata*	蚜虫 Aphids	蛴螬 Grubs	地老虎 Cutworms
2008	19.36	8.53	6.23	2.52	5.33	0.88	2.48	11.85	3.48	0.75	0.12	0.14
2009	21.29	15.75	11.76	3.56	2.44	0.54	6.78	3.89	5.59	1.42	0.30	0.33
2010	25.87	15.71	13.74	4.72	4.55	1.11	10.02	4.21	4.62	2.27	0.27	0.33
2011	33.22	21.94	18.68	4.55	5.62	1.46	13.67	6.18	6.65	–	–	–
2012	25.27	24.97	19.64	5.03	5.61	1.31	13.81	13.81	6.34	2.10	0.85	0.67
2013	24.01	21.72	14.55	4.86	5.28	1.63	13.93	6.48	6.86	2.28	0.83	0.71
2014	29.51	19.85	13.95	4.77	4.72	1.70	11.16	5.36	6.25	2.17	1.01	0.58
2015	29.44	18.00	16.21	4.57	4.84	1.64	12.42	7.35	6.41	2.28	0.71	0.69
2016	28.20	16.49	15.11	4.26	4.30	1.62	12.91	6.51	6.14	2.05	0.84	0.65
2017	26.18	18.51	15.25	4.48	4.49	2.11	12.59	7.09	5.62	2.05	0.85	0.56
平均 Average	26.24	18.15	14.51	4.33	4.72	1.40	10.98	7.27	5.80	1.74	0.58	0.46

2.2 马铃薯病虫害造成产量损失情况

我国马铃薯各产区病虫害造成的危害有一定差异，晚疫病造成产量损失占比在各大产区中均为最高，尤其是在北方一作区和西南混作区（表3）；北方一作区和西南混作区病害造成的产量损失占比高，分别为65.16%和86.42%，虫害造成的产量损失占比均低于11.76%；中原二作区和南方冬作区病虫害种类多样，虫害造成的产量损失占比相对较高。其中，中原二作区虫害造成的产量损失超过病害，尤其以蛴螬和蚜虫危害严重，南方冬作区以蚜虫危害严重。

表3 我国马铃薯四大产区主要病虫害造成的产量损失占比

Table 3 Yield loss proportion caused by major pests and diseases in four potato-producing areas %

病虫害 Disease and pests	北方一作区 North region	中原二作区 Central Plain region	西南混作 Southwest region	南方冬作区 South region
晚疫病 Potato late blight	42.41	18.98	64.22	33.49
早疫病 Potato early blight	15.83	7.66	14.17	13.80
病毒病 Potato virus disease	6.93	4.54	8.03	6.22
蚜虫 Aphids	5.19	11.65	3.93	10.14
蛴螬 Grubs	3.98	18.60	–	4.40
金针虫 Wireworms	2.58	4.20	–	–
地老虎 Cutworms	–	–	2.76	4.43
二十八星瓢虫 *Henosepilachna vigintioctopunctata*	–	–	1.71	–
其它 Other	23.08	34.37	5.16	27.52

2.3 马铃薯病虫害防控情况分析

我国马铃薯四大产区病虫害防治措施均以化学防治为主，辅以生物防治和物理防治（表4）。北方一作区化学防治面积呈先上升后下降趋势，2017年化学防治面积为258.69万 hm^2 次，相比2013年下降了26.41%，西南混作区和南方冬作区化学防治面积呈上升趋势。近年来，四大产区物理防治和生物防治面积稳中有升，2014—2017年，各产区物理防治面积均高于平均值，其中，西南混作区生物防治面积较高。

表4 2008—2017年我国马铃薯四大产区病虫害防治措施面积（万 hm^2 次）

Table 4 Application areas of various control measures in four potato-producing regions during 2008—2017（ten thousand hm^2）

年份 Year	北方一作区 North region			中原二作区 Central Plain region			西南混作区 Southwest region			南方冬作区 South region		
	化学防治 Chemical control	物理防治 Physical control	生物防治 Biological control	化学防治 Chemical control	物理防治 Physical control	生物防治 Biological control	化学防治 Chemical control	物理防治 Physical control	生物防治 Biological control	化学防治 Chemical control	物理防治 Physical control	生物防治 Biological control
2008	131.27	0.12	0.61	348.10	0.72	1.78	228.22	0.30	–	9.38	0.00	0.66
2009	158.06	2.47	2.00	19.09	1.86	1.61	68.04	0.21	2.51	9.83	0.00	0.37
2010	186.85	3.34	3.29	27.81	0.60	1.84	88.88	1.36	0.16	10.43	0.04	0.42
2011	228.47	1.25	1.04	32.49	5.83	2.36	93.14	1.70	0.51	16.19	0.24	1.22
2012	300.21	1.32	0.64	33.69	4.02	2.20	137.40	2.00	0.32	16.15	0.11	1.64
2013	351.52	1.98	1.89	46.59	3.19	2.22	132.14	2.65	0.30	17.82	0.18	1.20
2014	277.64	3.13	0.57	44.86	3.89	2.23	140.59	2.71	1.01	15.39	0.20	1.57
2015	307.67	3.85	0.83	37.23	3.58	1.88	144.33	2.44	2.26	17.96	0.20	1.31
2016	285.65	5.03	2.47	35.75	4.03	2.63	158.55	2.82	4.08	17.32	0.39	1.38
2017	258.69	3.05	1.63	53.15	3.20	2.13	166.34	6.50	5.48	17.50	0.27	0.98
平均 Average	248.60	2.55	1.50	67.88	3.09	2.09	135.76	2.27	1.85	14.80	0.16	1.07

我国马铃薯产量损失挽回率在2009—2010年波动较大，随后整体波动较小，在74.46%~77.57%之间（图2-A）。3种病害的产量损失挽回率均呈现先降低，后升高的趋势。其中，晚疫病和早疫病的产量

损失挽回情况接近；而病毒病的产量损失挽回率常年处于较低水平，2010年仅为45.63%（图2-B）。4种主要虫害的产量损失挽回率相差较多，蚜虫和蛴螬的产量损失挽回率整体变化不大；而金针虫和地老虎的产量损失挽回率整体呈上升趋势，其中，金针虫于2009年和2013年产量损失挽回情况不佳，仅有58.00%和63.81%（图2-C）。

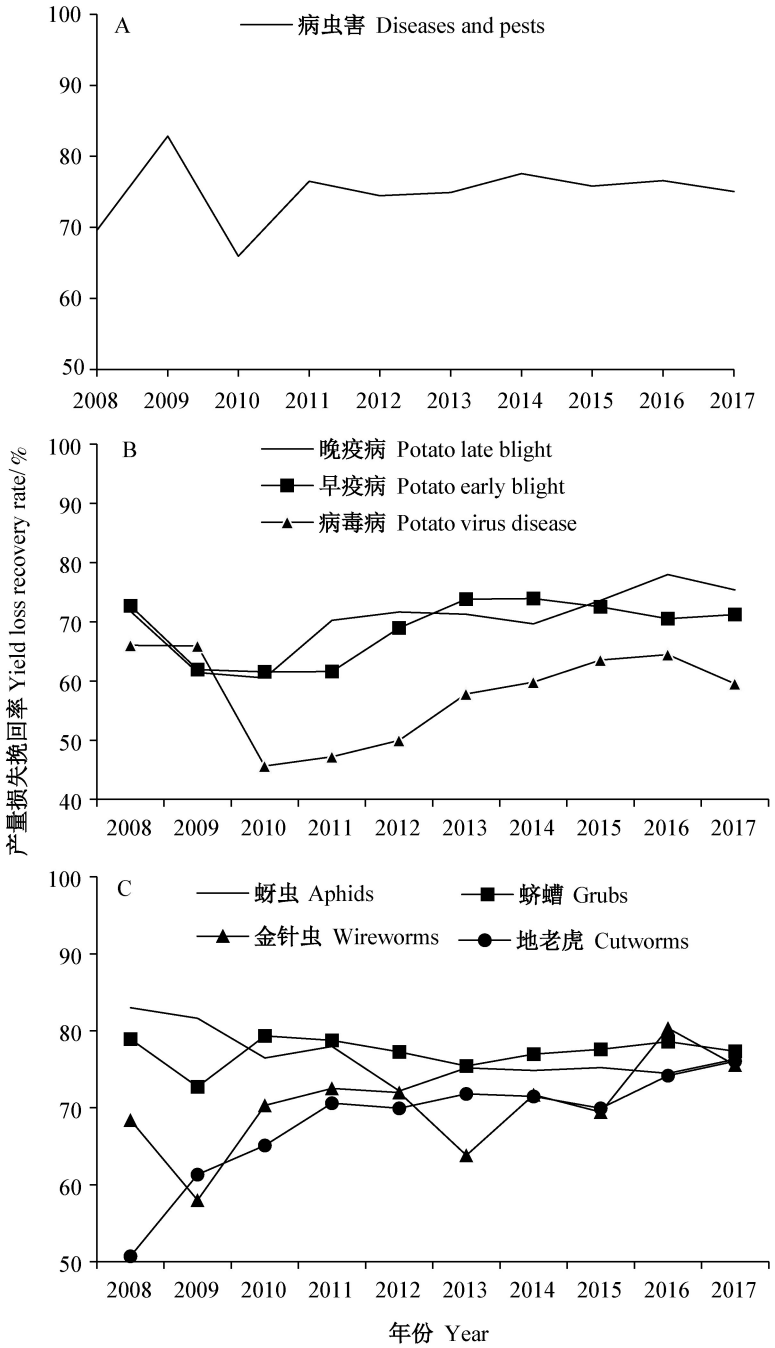


图2 2008—2017年我国马铃薯四大产区产量损失挽回率

Fig. 2 Yield loss recovery rate for potato in four potato-producing regions during 2008—2017

3 讨论

我国马铃薯四大产区间病虫害发生危害情况存在一定差异。在病害方面，晚疫病作为马铃薯头号病害，在各产区均危害严重，北方一作区和西南混作区晚疫病造成损失占比均超过发生面积占比。病菌生理小种的复杂化是导致马铃薯晚疫病发生面积广且难以防治的重要原因（Koh et al.，1994）。致病疫霉*Phytophthora infestans*存在A1和A2两种交配型，

A2交配型最早发现于墨西哥，随后许多国家陆续报道发现了A2交配型（Niederhauser, 1956；Hohl & Lselin, 1984；Ludwik et al., 1994）。近年来，我国各地生理小种日趋复杂，超级毒力小种在各省的出现越来越普遍，甚至成为了部分省份的优势小种（王腾等，2017）。基因重组的发生导致了生理小种变异的加快，从而产生了致病力更强、更加复杂的菌株，必将导致马铃薯品种对晚疫病抗性的降低（朱杰华等，2003；王腾等，2017）。本研究结果显示，只有中原二作区晚疫病造成的产量损失占比较小，结合该产区其它病虫害损失占比较高，说明该产区病虫害种类繁多，且均对马铃薯产量造成威胁。在虫害方面，除中原二作区外，蚜虫在其它3个产区均是头号虫害。中原二作区蛴螬与晚疫病造成的年均产量损失占比相同，而该产区蛴螬年均发生面积小于晚疫病年均发生面积，说明蛴螬的实际危害程度更高。鲁西南地区黑光灯诱集结果表明，该区域金龟子优势种类为铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* 、暗黑鳃金龟 *Holotrichia parallela*、东方绢金龟 *Serica orientalis*、小黄鳃金龟 *Metabolus flavescens* 等，在鲁西南地区曾危害严重（崔维娜等，2018；闫硕等，2018）。

我国马铃薯产量损失挽回率整体呈先下降后上升的趋势，2017年我国马铃薯损失挽回率达到了73.71%，说明全国范围内马铃薯病虫害防控工作取得了阶段性成果。从目前来看，我国马铃薯病虫害防控仍太过依赖化学农药，见效快、成本低是其应用范围广的最重要原因。化学防治的弊端主要是病虫害的抗药性问题，高剂量、高频率使用化学农药易导致抗药性的产生，一旦有抗药性的菌株或害虫出现，在高选择压力下，极可能导致抗性种群的发展。截止目前，马铃薯病虫害绿色防控技术应用较少，笔者认为主要是因为绿色防控技术的研发尚不完善，尤其是针对病虫害绿色防控技术储备稍显薄弱（林敏等，2018），同时，绿色防控技术应用成本相对较高，在无政府补贴情况下，推广有一定难度。近些年，国家提倡以农药减量控害为支点推动农业绿色发展，各产区化学农药的使用面积已趋于平稳乃至减少，物理防治和生物防治面积稳中有升，绿色防控技术的应用前景良好。马铃薯病毒病和地下害虫的绿色防控技术还存在进一步应用的空间。大量马铃薯病毒通过蚜虫进行传播，控制蚜虫对控制病毒传播和维持种薯健康至关重要（Radcliffe % Ragsdale, 2002）。田间防治蚜虫可利用白僵菌、绿僵菌、蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii* 等病原微生物或瓢虫等捕食性天敌（唐平华等，2013）；地下害虫以蛴螬、地老虎、金针虫为主，应注重田间清洁，在深秋或初冬翻耕土地，及时清除田间、田埂、地头、地边和水沟边等处的杂草和杂物，并带出田外处理，以减少幼虫和虫卵数量，也可以利用灯光进行诱杀（马慧萍和潘涛，2011；崔维娜等，2018；闫硕等，2018）。

针对马铃薯病虫害在各大产区的发生危害特点，我国马铃薯病虫害防控应采取分区治理的对策。各产区植保工作人员应根据本区域病虫害的发生情况，有针对性的对高发、难防的病虫害进行重点关注，在病虫害发生与防治的关键时期，及时发布病虫害的动态情报并组织防治工作。针对马铃薯晚疫病的防治，各区应遵循“预防为主，防治结合”的策略，建立并完善晚疫病预测预报系统，在北方一作区、西南混作区和南方冬作区需重点加强监测预警工作，设置田间监测站，结合气象数据准确预报晚疫病，提前发布预警信息，避免盲目用药。贵州省马铃薯晚疫病预警与控制技术研究应用协作组在成员单位区域共安装田间气象站71台，并全部接入“马铃薯晚疫病预警及信息发布系统”，这一举措取得了较好的应用效果。各产区可将数据上传至该系统中，实现灾情图形化实时发布和监测预警信息全社会公布，逐渐形成各产区协同“作战”的良好局面。针对中原二作区病虫害种类复杂的情况，应因地制宜布局抗性品种，注重病虫害田间调查，做好田间管理，采取病虫害综合防控手段。此外，各级农业部门应继续推进农作物病虫害专业化统防统治与绿色防控融合试点示范工作，研究提出适合本区域专业化防治与绿色防控融合的推进机制。

参 考 文 献（References）

CUI WN, SUN MH, KONG DS, HUI XH, ZHAO YL, XU L, WANG HM, YAN S. 2018. Scarab species trapped by black light and population dynamics of dominant scarab species in the southwest area of Shandong Province. China Plant Protection, 38(3): 30−36 (in Chinese) [崔维娜, 孙明海, 孔德生, 惠祥海, 赵艳丽, 许玲, 王宏梅, 闫硕. 2018. 鲁西南地区黑光灯下金龟甲种类组成及优势种群发生动态. 中国植保导刊, 38(3): 30−36]

HOHL HR, LSELIN K. 1984. Strains of Phytophthora infestans from Switzerland with A2 mating type behaviour. Transactions of the British Mycological Society, 83(3): 529−530

HUANG C, LIU WC. 2016. Occurrence characteristics and monitoring advice of potato late blight in China in recent years. Plant Protection, 42(5): 142−147 (in Chinese) [黄冲, 刘万才. 2016. 近几年我国马铃薯晚疫病流行特点分析与监测建议. 植物保护, 42(5): 142−147]

KOH YJ, GOODWIN SB, DYER AT, COHEN BA, OGOSHI A, SATO N, FRY WE. 1994. Migrations and displacements of Phytophthora infestans populations in East Asian countries. Phytopathology, 84(9): 922−927

LI CG, TANG JY. 2013. Statistical technique and method of plant protection. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, pp. 96−114 (in Chinese) [李春广, 汤金仪. 2013. 植物保护统计技术与方法. 北京: 中国农业科学技术出版社, pp. 96−114]

LIN M, WANG RB, CHEN QH, LIU PQ, LI BJ, WENG QY. 2018. Action mechanism of potassium phosphite against potato *Phytophthora infestans*. Journal of Plant Protection, 45(6): 1389−1395 (in Chinese) [林敏, 王荣波, 陈庆河, 刘裴清, 李本金, 翁启勇. 2018. 亚磷酸钾对马铃薯晚疫病病原菌的作用机理. 植物保护学报, 45(6): 1389−1395]

LUDWIK SS, STEPHEN B, GOODWLN SB. 1994. Increased genotypic diversity via migration and possible occurrence of sexual reproduction of Phytophthora infestans in Poland. Phytopathology, 84: 201−207

MA HP, PAN T. 2011. Occurrence and control of potato grubs. Agricultural Science-Technology and Information, (9): 27−28 (in Chinese) [马慧萍, 潘涛. 2011. 马铃薯蛴螬的发生与防治. 农业科技与信息, (9): 27−28]

MA ZZ, REN BY, LI TJ, ZHAO ZH, WANG WX, YAN S. 2019. Occurrence and control of potato diseases and pests in north of China. China Plant Protection, 39(1): 48−51 (in Chinese) [马中正, 任彬元, 李天娇, 赵中华, 王万兴, 闫硕. 2019. 近年北方一作主产区马铃薯病虫害发生及防控情况分析. 中国植保导刊, 39(1): 48−51]

NIEDERHAUSER JS. 1956. The blight, the blighter, and the blighted. Transactions of the New York Academy of Sciences, 19(1): 55−63

QI EF, LIU S, JIA XX, WEN GH, LÜ HP, HUANG W, GAO YP. 2018. Investigation and analysis of important potato viral diseases in Gansu Province. Plant Protection, 44(4): 171−176 (in Chinese) [齐恩芳, 刘石, 贾小霞, 文国宏, 吕和平, 黄伟, 高彦萍. 2018. 甘肃省马铃薯主要病毒病发生情况调查. 植物保护, 44(4): 171−176]

RADCLIFFE EB, RAGSDALE DW. 2002. Aphid-transmitted potato viruses: the importance of understanding vector biology. American Journal of Potato Research, 79(5): 353−386

REN BY, MA ZZ, LI TJ, ZHAO ZH, LI CG, WANG WX, YAN S. 2019. Occurrence dynamics and control advice of potato diseases and pests in southwest of China. China Plant Protection, 39(5): 78−83 (in Chinese) [任彬元, 马中正, 李天娇, 赵中华, 李春广, 王万兴, 闫硕. 2019. 西南混作区马铃薯病虫害发生动态及防控工作建议. 中国植保导刊, 39(5): 78−83]

TANG PH, CHEN GP, ZHU MK, REN LJ, HU ZL. 2013. Advances in aphid control technology. Plant Protection, 39(2): 5−12 (in Chinese) [唐平华, 陈国平, 朱明库, 任丽军, 胡宗利. 2013. 蚜虫防治技术研究进展. 植物保护, 39(2): 5−12]

WANG P, WANG XL, LI HH, LIU BW, SHEN XS, HUANG T. 2018. Green prevention of *Phytophthora infestans* in Sichuan. Journal of Agriculture, 8(12): 13−17 (in Chinese) [王平, 王晓黎, 李洪浩, 刘波微, 沈学善, 黄涛. 2018. 四川省马铃薯晚疫病绿色防控与生态环境保护. 农学学报, 8(12): 13−17]

WANG T, MA S, SUN J, RU JR. 2017. Research progress in physiological race of *Phytophthora infestans* in China. Chinese Potato Journal, 31(1): 45−53 (in Chinese) [王腾, 马爽, 孙继英, 汝甲荣. 2017. 中国马铃薯晚疫病菌生理小种研究进展. 中国马铃薯, 31(1): 45-53]

YAN S, KONG DS, ZHAO YL, XU L, SUN MH, HUI XH, CUI WN, WANG XX, WANG HM. 2018. Practice and reflections of green prevention and control on peanuts. China Plant Protection, 38(1): 73−77 (in Chinese) [闫硕, 孔德生, 赵艳丽, 许玲, 孙明海, 惠祥海, 崔维娜, 王新霞, 王宏梅. 2018. 花生病虫害全覆盖式绿色防控工作的实践与思考. 中国植保导刊, 38(1): 73−77]

YANG YL, GUO YZ, SUN JM. 2017. Present status and future prospect for potato industry in China. Journal of Agricultural Science and Technology, 19(1): 29−36 (in Chinese) [杨雅伦, 郭燕枝, 孙君茂. 2017. 我国马铃薯产业发展现状及未来展望. 中国农业科技导报, 19(1): 29−36]

ZHANG JP, ZHANG FJ, WANG Z, QIN J, HA S, LIU J. 2018. Problems and countermeasures in the control of diseases and pests for potato in Inner Mongolia. Journal of Northern Agriculture, 46(2): 94−98 (in Chinese) [张建平, 张福金, 王振, 秦济, 哈斯, 刘佳. 2018. 内蒙古马铃薯病虫害发生及防治中的问题与对策. 北方农业学报, 46(2): 94−98]

ZHAO ZH, ZHU JH, ZHU XM. 2012. Occurrence characteristics and control measures of potato late blight. China Plant Protection, 32(4): 16−17 (in Chinese) [赵中华, 朱杰华, 朱晓明. 2012. 马铃薯晚疫病发生特点与防治对策. 中国植保导刊, 32(4): 16−17]

ZHU J, NIU LL, FAN ZL, FAN JH, TANG XF, ZHANG P. 2019. Laboratory toxicity and field efficacy of insecticides to potato aphids. Guizhou Agricultural Sciences, 47(4): 60−63 (in Chinese) [朱江, 牛力立, 樊祖立, 范金华, 唐兴发, 张鹏. 2019. 杀虫剂对马铃薯蚜虫的室内毒力及田间防效. 贵州农学科学, 47(4): 60−63]

ZHU JH, YANG ZH. 2009. Occurrence trend and control strategy of potato diseases in main potato-producing areas of north China. // Potato Industry and Food Security. Harbin: Harbin Engineering University Press, pp. 379−382 (in Chinese) [朱杰华, 杨志辉. 2009. 中国北方马铃薯主产区病害发生趋势及防控对策. //马铃薯产业与粮食安全. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, pp. 379−382]

ZHU JH, YANG ZH, SHAO TM, TIAN SM, ZHANG ZM. 2003. Component structure and distribution of race of *Phytophthora infestans* in the investigated areas of China. Scientia Agricultura Sinica, 36(2): 169−172 (in Chinese) [朱杰华, 杨志辉, 邵铁梅, 田世民, 张志铭. 2003. 中国部分地区马铃薯晚疫病菌生理小种的组成及分布. 中国农业科学, 36(2): 169−172]

（责任编辑：王 璇）