

甘肃平凉苹果病虫害调查初报

韩菊红¹, 岳德成^{1*}, 柳建伟¹, 李强², 史广亮¹,
李青梅¹, 姜延军^{1*}, 李鹏鹏²

(1. 甘肃省平凉市农业科学院, 平凉 744000; 2. 甘肃省平凉市静宁县果树果品研究所, 平凉 743400)

摘要 采用大面积普查的方法对甘肃省平凉市苹果病虫害的发生种类、发生程度、分布特点、危害程度等进行了系统调查。调查发现全市苹果病虫害至少 54 种, 其中害虫 37 种, 病害 17 种, 优势病虫害 9 种。苹果树腐烂病、斑点落叶病、花叶病毒病和金纹细蛾是普遍发生的优势病虫害, 以苹果树腐烂病和斑点落叶病发生最重, 前者病株率为 19.72%~30.54%, 后者病园率、病叶率和病情指数分别达到 95.83%~100.00%、11.11%~95.56% 和 2.22~34.56; 苹果黑星病、褐斑病、锈病、白粉病和绣线菊蚜是局部发生的优势病虫害, 其中苹果黑星病仅分布于静宁、庄浪和灵台县, 且呈严重发生和迅速扩散态势, 病园率、病叶率、病情指数分别达到 66.67%~100.00%、7.26%~35.71% 和 1.74~10.78, 苹果褐斑病在崆峒、崇信、泾川县(区)重或较重发生, 苹果锈病在泾川、庄浪县较重发生, 苹果白粉病在崇信县中度发生, 苹果绣线菊蚜除在个别果园发生较重外, 整体呈轻度以下发生。由病害引起的苹果叶片提早脱落现象在六盘山以东普遍和严重发生, 落叶率达到 11.89%~58.67%, 是影响苹果产量和质量的关键因素之一。

关键词 平凉市; 苹果; 病虫害; 种类; 发生程度

中图分类号: S 436.611 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020250

A preliminary investigation report on apple diseases and pests in Pingliang city, Gansu province

HAN Juhong¹, YUE Decheng^{1*}, LIU Jianwei¹, LI Qiang², SHI Guangliang¹,
LI Qingmei¹, JIANG Yanjun^{1*}, LI Pengpeng²

(1. Pingliang Academy of Agricultural Sciences, Gansu Province, Pingliang 744000, China;

2. Jingning Fruit Tree and Fruit Research Institute, Pingliang City, Gansu Province, Pingliang 743400, China)

Abstract Species, occurrence degree, distribution and damage degree of apple diseases and pests in Pingliang city, Gansu province were investigated in a large-scale. 54 kinds of diseases and pests were found, including 37 kinds of pests and 17 kinds of diseases, and 9 kinds of them were dominant. Apple canker, apple Alternaria leaf spot, apple mosaic virus and *Lithocolletis ringoniella* were the prevalent dominant diseases and pests. The most severe diseases were apple canker and apple Alternaria leaf spot, and the occurrence rate of apple canker was 19.72%—30.54%, while the diseased garden rate, disease incidence of leaf and disease index of apple Alternaria leaf spot were 95.83%—100.00%, 11.11%—95.56% and 2.22—34.56, respectively. Apple scab, apple brown spot, apple rust, apple powdery mildew and *Aphis citricola* were the locally occurring dominant diseases and pests. Among them, apple scab was only distributed in Jingning, Zhuanglang and Lingtai counties, and appeared a serious occurrence and rapid spread, with the diseased garden rate, disease incidence of leaf and disease index were 66.67%—100.00%, 7.26%—35.71% and 1.74—10.78, respectively. Apple brown spot occurred seriously in Kongtong, Chongxin, Jingchuan county (district). Apple rust was relatively serious in Jingchuan, Zhuanglang county. Apple powdery mildew was moderate in Chongxin county. *A. citricola* was mild in general, but serious in some orchards. The early loss of apple leaves caused by the disease was common and serious in the east of

收稿日期: 2020-05-15 修订日期: 2020-07-20

基金项目: 平凉市 2018 年度科技计划(矮化密植苹果园农药减量施用关键技术研究与应用)

* 通信作者 E-mail:岳德成 ydc_196206138@163.com;姜延军 535943378@qq.com

Liupanshan mountain, with a leaf loss rate of 11.89%—58.67%, which was one of the key factors affecting the yield and quality of apple.

Key words Pingliang city; apple; diseases and pests; species; occurrence degree

平凉地域优势独特,生态环境良好,是全国优质苹果的最佳适生区,也是绿色食品生产的最佳适宜区。目前,全市苹果面积已达到 17.09 万 hm^2 ^[1],占耕地总面积近 40%,以“平凉金果”“静宁苹果”等为代表的平凉苹果深受市场欢迎,远销海内外,“大苹果”“大产业”的发展格局基本形成,现已成为全市农民脱贫致富的支柱产业。随着苹果面积的不断扩大和果树“中、老龄”化问题的日益凸显,病虫害的发生种类愈来愈多、危害程度愈来愈重,对苹果产业的健康发展构成了严重威胁,全面摸清病虫害的发生种类、分布特点、危害程度对于开展苹果病虫害绿色高效防控技术的研究和推广具有十分重要的意义。郑坚武等^[2]、韩健等^[3-4]、王树桐等^[5]、赵增锋^[6]对苹果病虫害在甘肃省的发生均有报道,但有关平凉市的情况不甚详尽,也缺乏系统的量化评价。为此,笔者于 2018 年—2019 年,对平凉市苹果病虫害的发生情况进行了系统普查,旨在为当地苹果病虫害绿色防控提供依据。

1 材料与方法

1.1 调查项目及方法

1.1.1 主要病虫害发生种类普查

2018 年和 2019 年,在苹果芽体膨大至收获期,采取不定期踏查的方法调查苹果病虫害在全市的主要发生种类,并在走访了解近年发生情况的基础上,定性评价每种病虫害的经济重要性。在多数年份多数果园中发生量大、危害较重的,或仅在部分果园发生量大但具有大面积扩散风险的,定性为优势病虫害,记为“++++”;在多数年份多数果园内发生量较大、危害相对较轻的,或仅在少数果园内发生量较大但具有大面积扩散风险的,定性为亚优势病虫害,记为“+++”;在多数年份多数果园中常见,但发生量低的,定性为一般性病虫害,记为“++”;在果园内能偶然见到的,定性为偶发性病虫害,记为“+”。

1.1.2 优势病虫害发生程度调查

2019 年 6 月—9 月,分 2 次对平凉市苹果优势病虫害的发生程度进行系统调查,每次在静宁、庄

浪、崆峒、灵台、崇信、泾川 6 县区随机选取 17 个乡镇,每乡镇随机选取 1~6 个行政村,每个行政村随机选取 1~4 个果园,共计调查 128 个果园。对于苹果花叶病毒病、苹果白粉病、苹果树腐烂病、苹果锈病、绣线菊蚜 *Aphis citricola*、金纹细蛾 *Lithocolletis ringoniella* 等在 6 月中旬—7 月上旬调查,每果园 5 点取样,每样点随机选定 4 株树,逐点记载受苹果树腐烂病危害的果树株数,每树随机调查 5 个枝条,分别记载受苹果花叶病毒病、苹果白粉病、苹果锈病、绣线菊蚜危害枝条数,每树随机选取 5 片叶,记载受金纹细蛾为害的叶片数;每果园斜对角线 3 点取样,每样点随机选定 2~4 株树,在每株的东、南、西、北、中 5 个方位各随机调查 5 片叶,逐叶记载苹果锈病的发病级别。对于苹果黑星病、苹果斑点落叶病和苹果褐斑病在 7 月中旬—9 月上旬调查,每果园斜对角线 3 点取样,每样点随机选定 2~4 株树,在每株的东、南、西、北、中 5 个方位各随机调查 5 片叶,逐叶记载发病级别,当调查方位枝条上有落叶时,按叶痕确定被调查叶片中已经脱落的叶片数,并在相应方位树冠下随机选取相应数量的落叶,逐叶记载每种病害的发病级别。依据上述调查结果计算每种病虫害的发生程度,相关计算公式为:

$$Y = (A/A_0) \times 100\%, y = (a/a_0) \times 100\%;$$

$$P = \sum_i^n (x_i/n) / X, CV = S/\bar{X}, Z = (B/B_0) \times 100\%;$$

$$z = (b/a_0) \times 100\%, K = N/N_0 \times 100\%.$$

式中 Y 为病园率, A 为叶片发病果园数, A_0 为调查果园数, y 为病叶率, a 为发病叶片数, a_0 为调查叶片数, P 为叶部病情指数, n 为叶部病情最高级别数, i 为叶部病情级别, x_i 代表叶部病情级别为 i 的叶片数, X 为调查总叶片数, \bar{X} 为叶部病情指数平均数, S 为叶部病情指数标准差, CV 为叶部病情指数变异系数, Z 为病(虫)枝率, B 为受病(虫)危害的枝条数, B_0 为调查枝条数, z 为虫叶率, b 为受害虫为害的叶片数, K 为病树率, N 为病树株数, N_0 为调查果树株数。

苹果黑星病和褐斑病叶部病情分级标准参考文献^[7-8],详见表 1,苹果锈病和苹果斑点落叶病的病情分级标准参照苹果黑星病。

表 1 苹果黑星病和褐斑病叶部病情分级标准

Table 1 Grading standard of apple scab and brown spot

病情级别 Disease grade	苹果黑星病 Apple scab	苹果褐斑病 Apple brown spot
0	叶面无病斑	叶面无病斑
1	病斑面积占整片叶面积的 11% 以下	病斑面积占整片叶面积的 6% 以下
3	病斑面积占整片叶面积的 11%~25%	病斑面积占整片叶面积的 6~15%
5	病斑面积占整片叶面积的 26%~40%	病斑面积占整片叶面积的 16~25%
7	病斑面积占整片叶面积的 41%~65%	病斑面积占整片叶面积的 26~50%
9	病斑面积占整片叶面积的 65% 以上	病斑面积占整片叶面积的 50% 以上或落叶

1.1.3 苹果叶、果受害程度调查

苹果采收前,在静宁、庄浪、崆峒、灵台、崇信、泾川 6 县区随机选取 17 个乡镇,每乡镇随机选取 1~6 个行政村,每个行政村随机选取 1~4 个果园,调查苹果叶、果受害程度,并记载调查果园苹果是否套袋。每果园 5 点取样,每点 4 株树,每树在东、南、西、北、中 5 个方位各随机调查 5 片叶(未脱落的叶片数与叶痕数之和),记载脱落叶片数(即叶痕数);每树在东、南、西、北、中 5 个方位各随机调查 5 个果实,记载受病、虫危害的果实数,据此评价苹果叶、果受害程度。相关计算公式为:

$$M=(H/A_0) \times 100\%, L=(K/a_0) \times 100\%;$$

$$D=(C/A_0) \times 100\%, d=(c/c_0) \times 100\%;$$

$$E=(F/A_0) \times 100\%, e=(f/c_0) \times 100\%;$$

$$G=(W/A_0) \times 100\%.$$

式中 M 为落叶果园率, H 为落叶果园数, A_0 为调查果园数, L 为落叶率, K 为脱落叶片数, a_0 为调查叶片数, D 为病果园率, C 为有病果果园数, d 为病果率, c 为病果数, c_0 为调查果数, E 为虫果园率, F 为有虫害果果园数, e 为虫害率, f 为虫害果数, G

为套袋果园率, W 为套袋果园数。

1.2 数据处理与分析

采用 Excel 2007 对各果园调查数据进行整理与计算,并计算各县(区)及全市病情的算数平均数。

2 结果与分析

2.1 平凉市苹果病虫害种类

由表 2 和表 3 看出:平凉市苹果害虫(及害螨、蜗牛)至少 37 种,隶属 3 纲 5 目 25 科,其中绣线菊蚜和金纹细蛾等为优势害虫,东方绢金龟 *Serica orientalis*、苹果绵蚜 *Eriosoma lanigerum*、芽白小卷蛾 *Spilonota lechriaspis*、山楂红蜘蛛 *Tetranychus viennensis* 等为亚优势害虫,其他 31 种为一般性害虫和偶发性害虫。平凉市苹果病害至少 17 种,病原隶属 5 亚门(类)14 目(类),其中苹果黑星病、苹果白粉病、苹果树腐烂病、苹果锈病、苹果斑点落叶病、苹果褐斑病、苹果花叶病毒病等为优势病害,苹果蝇粪病、苹果煤污病、苹果霉心病、苹果黑点病等为亚优势病害,其他 6 种为一般性病害和偶发性病害。

表 2 平凉市苹果害虫种类

Table 2 Species of apple pests in Pingliang city

害虫种类 Pests species	分类地位 Taxonomic status	经济重要性 Economic importance
东方绢金龟 <i>Serica orientalis</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 鳃金龟科 Melolonthidae	+++
云斑鳃金龟 <i>Polyphylla laticollis</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 鳃金龟科 Melolonthidae	+
茸毛丽金龟 <i>Proagopertha lucidula</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 丽金龟科 Rutelidae	++
中华弧丽金龟 <i>Popillia quadriguttata</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 丽金龟科 Rutelidae	+
白星花金龟 <i>Protaetia (Liocola) brevitarsis</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 花金龟科 Cetoniidae	+
大灰象甲 <i>Sympiezomias velatus</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 象甲科 Curculionidae	++
梨眼天牛 <i>Bacchisa fortunei</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 天牛科 Cerambycidae	+
苹果小吉丁虫 <i>Agrilus mali</i>	昆虫纲 Insecta, 鞘翅目 Coleoptera, 吉丁虫科 Buprestidae	+
黄刺蛾 <i>Cnidocampa flavescens</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 刺蛾科 Limacodidae	+
金纹细蛾 <i>Lithocolletis ringoniella</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 细蛾科 Gracilariidae	++++
桃蛀果蛾 <i>Carposina sasakii</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 蛀果蛾科 Carposinidae	++++
棉铃虫 <i>Helicoverpa armigera</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 夜蛾科 Noctuidae	+
苹果透翅蛾 <i>Conopia hector</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 透翅蛾科 Sesiidae	++
芽白小卷蛾 <i>Spilonota lechriaspis</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 卷蛾科 Tortricidae	+++

续表 2 Table 2(Continued)

害虫种类 Pests species	分类地位 Taxonomic status	经济重要性 Economic importance
苹褐卷蛾 <i>Pandemis heparana</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 卷蛾科 Tortricidae	+
苹果小卷叶蛾 <i>Adoxophyes orana</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 卷蛾科 Tortricidae	+
舞毒蛾 <i>Lymantria dispar</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 毒蛾科 Lymantriidae	+
枣尺蠖 <i>Chihuo zao</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 尺蛾科 Geometridae	+
刺槐眉尺蠖 <i>Meichihuo cihuai</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 尺蛾科 Geometridae	+
梨星毛虫 <i>Illiberis pruni</i>	昆虫纲 Insecta, 鳞翅目 Lepidoptera, 斑蛾科 Zygaenidae	+
绿盲蝽 <i>Apolygus lucorum</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 盲蝽科 Miridae	++
斑须蝽 <i>Dolycoris baccarum</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蝽科 Pentatomidae	++
横纹菜蝽 <i>Eurydema gebleri</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蝽科 Pentatomidae	++
茶翅蝽 <i>Halymorpha picus</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蝽科 Pentatomidae	++
绣线菊蚜 <i>Aphis citricola</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蚜科 Aphididae	++++
苹果瘤蚜 <i>Myzus malisuctus</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蚜科 Aphididae	+
苹果绵蚜 <i>Eriosoma lanigerum</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 瘿绵蚜科 Pemphigidae	+++
小绿叶蝉 <i>Empoasca flavescens</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 叶蝉科 Cicadellidae	+
大青叶蝉 <i>Cicadella viridis</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 叶蝉科 Cicadellidae	++
斑衣蜡蝉 <i>Lycorma delicatula</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蜡蝉科 Fulgoridae	+
蚱蝉 <i>Cryptotympana atrata</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蝉科 Cicadidae	+
朝鲜球坚蚧 <i>Didesmococcus koreanus</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蚧科 Coccidae	+
康氏粉蚧 <i>Pseudococcus comstocki</i>	昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 粉蚧科 Pseudococcidae	+
山楂红蜘蛛 <i>Tetranychus viemensis</i>	蛛形纲 Arachnida, 真螨目 Acariformes, 叶螨科 Tetranychidae	+++
苹果全爪螨 <i>Panonychus ulmi</i>	蛛形纲 Arachnida, 真螨目 Acariformes, 叶螨科 Tetranychidae	++
二斑叶螨 <i>Tetranychus urticae</i>	蛛形纲 Arachnida, 真螨目 Acariformes, 叶螨科 Tetranychidae	++
蜗牛(种名待鉴定) Snail (unidentified)	腹足纲 Gastropoda, 柄眼目 Stylommatophora, 蜗牛科 Fruticicolidae	+

表 3 平凉市苹果病害种类

Table 3 Species of apple diseases in Pingliang city

病害种类 Disease type	分类地位 Taxonomic status	经济重要性 Economic importance
苹果黑星病 <i>Venturia inaequalis</i>	子囊菌亚 Ascomycotina, 格孢腔菌目 Pleosporales	++++
苹果白粉病 <i>Podosphaera leucotricha</i>	子囊菌亚门 Ascomycotina, 白粉菌目 Erysiphales	++++
苹果树腐烂病 <i>Valsa mali</i>	子囊菌亚门 Ascomycotina, 球壳目 Sphaeriales	++++
苹果枝干轮纹病 <i>Botryosphaeria berengeriana</i>	子囊菌亚门 Ascomycotina, 格孢腔菌目 Pleosporales	+
苹果锈病 <i>Gymnosporangium yamadai</i>	担子菌亚门 Basidiomycotina, 锈菌目 Uredinales	++++
苹果树木腐病 <i>Schizophyllum commune</i>	担子菌亚门 Basidiomycotina, 伞菌目 Agaricales	+
苹果疫腐病 <i>Phytophthora cactorum</i>	鞭毛菌亚门 Mastigomycotina, 霜霉目 Peronosporales	+
苹果斑点落叶病 <i>Alternaria mali</i>	半知菌亚门 Deuteromycotina, 丝孢目 Hyphomycetales	++++
苹果褐斑病 <i>Marssonina mali</i>	半知菌亚门 Deuteromycotina, 黑盘孢目 Melanconiales	++++
苹果炭疽病 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	半知菌亚门 Deuteromycotina, 黑盘孢目 Melanconiales	+
苹果蝇粪病 <i>Leptothyrium pomi</i>	半知菌亚门 Deuteromycotina, 球壳孢目 Sphaeropsidales	+++
苹果煤污病 <i>Gloeodes pomigena</i>	半知菌亚门 Deuteromycotina, 球壳孢目 Sphaeropsidales	+++
苹果灰斑病 <i>Phyllosticta pirina</i>	半知菌亚门 Deuteromycotina, 球壳孢目 Sphaeropsidales	+
苹果圆斑病 <i>Phyllosticta solitaria</i>	半知菌亚门 Deuteromycotina, 球壳孢目 Sphaeropsidales	+
苹果霉心病 <i>Alternaria alternate</i> 、 <i>Trichothecium roseum</i> 、 <i>Cephalosporium</i> sp.、 <i>Fusarium moniliforme</i> 、 <i>Penicillium</i> sp. 等	半知菌亚门 Deuteromycotina, 丛梗孢目 Moniliales、瘤座孢目 Tuberculariales、丝孢目 Hyphomycetales 等; 子囊菌亚门 Ascomycotina, 散囊菌目 Eurotiales 等。	+++
苹果黑点病 <i>Trichothecium roseum</i> 、 <i>Alternaria alternate</i> 、 <i>Acremonium</i> spp.、 <i>Fusarium</i> spp. 等	半知菌亚门 Deuteromycotina, 丛梗孢目 Moniliales 等; 子囊菌亚门 Ascomycotina, 肉座菌目 Hypocreales 等。	+++
苹果花叶病毒 <i>Apple mosaic virus</i> (ApMV)	正单链 RNA(+ssRNA) 病毒类, 雀麦花叶病毒科 <i>Bromoviridae</i> , 等轴不稳环斑病毒属 <i>Ilarvirus</i>	++++

2.2 苹果优势病虫害发生程度及分布特点

全市普遍发生的苹果优势病虫害主要有苹果树

腐烂病、斑点落叶病、花叶病毒病和金纹细蛾等。其

中苹果树腐烂病严重发生, 病树率达到 19.72%~

30.54%；斑点落叶病轻度至重度发生，病园率、病叶率、病情指数和病情指数变异系数分别达到 95.83%~100.00%、11.11%~95.56%、2.22~34.56 和 0.35~1.49，六盘山以东的崆峒、灵台、崇信和泾川县(区)发生较重，六盘山以西的静宁和庄浪县发生较轻；苹果花叶病毒病轻微至中度发生，病

园率和病枝率分别为 4.17%~44.44% 和 0.50%~14.22%，崇信县为发生较重，庄浪、崆峒、灵台和泾川县(区)发生较轻，静宁县发生轻微；金纹细蛾轻至中度发生，虫园率和虫叶率分别为 20.00%~100.00% 和 0.67%~13.78%，崆峒、泾川县(区)发生较重，其他 4 县发生较轻(表 4)。

表 4 平凉市苹果优势病虫害的发生程度

Table 4 Occurrence degree of apple dominant diseases and pests in Pingliang city

病虫害 Disease and pest	项目 Item	静宁 Jingning	庄浪 Zhuanglang	崇信 Chongxin	崆峒 Kongtong	灵台 Lingtai	泾川 Jingchuan	平均 Average
苹果黑星病 Apple scab	病园率/%	100.00	83.33	0.00	0.00	66.67	0.00	41.67
	病叶率/%	35.71	11.22	0.00	0.00	7.26	0.00	9.03
	病情指数	10.78	2.37	0.00	0.00	1.74	0.00	2.48
	病情指数变异系数	1.05	1.47	—	—	2.75	—	—
苹果锈病 Apple rust	病园率/%	45.83	33.33	0.00	33.33	0.00	40.00	25.42
	病叶率/%	7.12	10.33	0.00	7.11	0.00	9.20	5.63
	病情指数	1.20	3.86	0.00	1.09	0.00	1.85	1.33
	病情指数变异系数	2.42	1.94	—	1.83	—	1.68	—
苹果斑点落叶病 Apple Alternaria leaf spot	病园率/%	95.83	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.31
	病叶率/%	14.21	11.11	45.60	95.56	92.07	49.87	51.40
	病情指数	2.22	1.40	18.71	34.56	29.58	11.32	16.30
	病情指数变异系数	1.44	0.65	1.49	0.45	0.35	0.84	—
苹果褐斑病 Apple brown spot	病园率/%	4.17	0.00	40.00	100.00	77.78	100.00	53.66
	病叶率/%	0.01	0.00	10.80	19.00	6.59	17.07	8.91
	病情指数	0.01	0.00	6.50	10.38	1.46	2.96	3.55
	病情指数变异系数	—	—	1.43	0.44	1.00	0.90	—
苹果花叶病毒 Apple mosaic virus	病园率/%	4.17	16.67	40.00	33.33	44.44	40.00	29.77
	病枝率/%	0.50	7.78	14.22	3.38	3.78	2.80	5.41
苹果白粉病 Apple powdery mildew	病园率/%	12.50	16.67	40.00	22.22	11.11	0.00	17.08
	病枝率/%	0.42	0.50	9.20	1.33	0.22	0.00	1.95
苹果绣线菊蚜 <i>Aphis citricola</i>	虫园率/%	4.17	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08
	虫枝率/%	2.50	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
金纹细蛾 <i>Lithocolletis ringoniella</i>	虫园率/%	54.17	33.33	20.00	77.78	66.67	100.00	58.66
	虫叶率/%	1.58	0.67	0.80	13.78	2.89	8.00	4.62
苹果树腐烂病 Apple canker	病树率/%	19.80	22.40	26.78	30.17	19.72	30.54	24.90

市内局部发生的苹果优势病虫害主要有苹果黑星病、锈病、褐斑病、白粉病和绣线菊蚜等。其中苹果黑星病在静宁、庄浪和灵台县有严重发生，其他 3 县区尚未发现，总体上呈点片状分布格局，并有迅速扩散蔓延之态势，以静宁县发生最重，病情指数在果园间的差异较小，病园率、病叶率、病情指数和病情指数变异系数分别达到 100%、35.71%、10.78 和 1.05；庄浪县次之，病情指数在果园间的差异亦较小，病园率、病叶率、病情指数和病情指数变异系数分别达到 83.33%、11.22%、2.37 和 1.47；灵台县再次之，病情指数在果园间的差异相对较大，病园率、病叶率、病情指数和病情指数变异系数分别为 66.67%、7.26%、1.74 和 2.75。苹果锈病在静宁、

庄浪、泾川、崆峒 4 县区均有不同程度的发生，病园率、病叶率、病情指数和病情指数变异系数分别达到 33.33%~45.83%、7.11%~10.33%、1.09~3.86 和 1.68~2.42，以泾川、庄浪 2 县发生相对较重，静宁、崆峒 2 县区较轻；在崇信和灵台县未见发生。苹果褐斑病在六盘山以东的崆峒、崇信、灵台和泾川县(区)有轻至重度发生，病园率、病叶率、病情指数和病情指数变异系数分别达到 40.00%~100.00%、6.59%~19.00%、1.46~10.38 和 0.44~1.43，其中崆峒和崇信县(区)发生重，泾川县发生较重，灵台县发生轻；在六盘山以西的静宁和庄浪县发生十分轻微或未发生。苹果白粉病在静宁、庄浪、崆峒、灵台和崇信县(区)有轻度至中度发生，病园率和病枝

率分别为 11.11%~40.00%和 0.22%~9.20%，其中崇信县中度发生，静宁、庄浪、崆峒、灵台县(区)轻度发生；在泾川县未发现。苹果绣线菊蚜在六盘山以西的静宁、庄浪县整体呈轻度发生，虫园率和虫枝率分别为 10%以下和 3%以下，但在少部分果园发生重，虫枝率超过 30%；在六盘山以东的 4 县(区)未发现(表 4)。

2.3 病虫害引起苹果叶片早落及果实受害的程度

调查结果(表 5)表明：由病害引起的苹果叶片提早脱落现象在平凉市东部的崆峒、灵台、崇信、泾川 4 县(区)均有普遍和严重的发生，苹果采收前的落叶果园率和落叶率分别达到 80.00%~100.00%和 11.89%~58.67%；在西部的静宁、庄浪 2 县的叶片早落发生十分轻微，苹果采收前的落叶果园率和落叶率分别在 9.00%以下和 0.15%以下。生产管理水平的差异是引起上述差异的主要原因，西部 2 县是全市最主要的苹果产区，果农的重视度和技

术水平较高、管理经验较丰富、病虫害防控技术落实到位、果园管理较精细；东部 4 县(区)苹果栽植起步较晚，果农对发展果产业的认识到不到位、生产积极性不高，果农的生产技术和经验欠缺、果园管理较粗放、病虫害防控技术落实不到位，甚至存在果园撂荒现象。

从表 5 看出：由病害引起的苹果果实受害现象在崆峒区有严重的发生，病果园率和病果率分别达到 88.89%和 71.11%；在其他 5 县的发生轻微，病果园率和病果率分别为 0.00%~20.00%和 0.00%~5.40%。由害虫引起的苹果果实受害现象在全市苹果产区很少见，仅在崆峒区有轻度发生，虫果园率和虫果率分别为 33.33%和 1.67%。结合套袋果园率分析看出，苹果套袋是减轻或避免果实受害的重要措施，崆峒区套袋果园率仅为 22.22%，果实受害较严重；其他 5 县(区)套袋果园率高达 80.00%~100%，果实受害轻微。

表 5 平凉市苹果叶和果实受病虫害危害的程度

Table 5 The degree of apple leaves and fruits damaged by diseases and pests in Pingliang city

县(区) County (District)	叶片早落 Early abscission of leaves		果实受害 Fruit damage				套袋果园率/% Orchard rate of fruit bagging
	落叶果园率/% Orchard rate of early defoliation	落叶率/% Defoliation rate	病果园率/% Orchard rate with diseased fruit	病果率/% Ratio of diseased fruit	虫果园率/% Orchard rate of fruit damaged by pests	虫果率/% Percentage of fruit damaged by insects	
	静宁 Jingning	8.33	0.13	8.33	3.42	0.00	
庄浪 Zhuanglang	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
崇信 Chongxin	80.00	38.00	20.00	5.40	0.00	0.00	80.00
崆峒 Kongtong	100.00	58.67	88.89	71.11	33.33	1.67	22.22
灵台 Lingtai	100.00	11.89	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
泾川 Jingchuan	80.00	18.60	20.00	0.90	0.00	0.00	100.00
平均 Average	61.39	21.22	22.87	13.47	5.56	0.28	82.32

3 结论与讨论

平凉市位于黄土丘陵沟壑地区，农、林、牧区的相互交错和苹果的长期大面积栽培，致使全市苹果病虫害种类繁多，发生较重。两年的系统调查结果显示：平凉市苹果病虫害在 53 种以上，其中害虫至少 37 种，病害至少 17 种；优势病虫害 9 种，其中全市普遍发生 4 种，局部发生 5 种。苹果黑星病是近年传入平凉市的一种危险性气传苹果病害，亦是庆阳、天水等毗邻地区的重要苹果病害^[9-10]，目前在平凉市分布于静宁、庄浪和灵台 3 县并呈持续严重发生的态势，病园率、病叶率、病情指数分别达到 66.67%~100.00%、7.26%~35.71%和 1.74~

10.78，并有向其他县(区)迅速扩散蔓延之态势，应引起高度重视，宜采取“打点保面”的策略予以防控。苹果绵蚜是 2005 年前后传入甘肃省的苹果害虫，具有很强的扩散能力^[3,11]，在平凉市已上升为亚优势种，应加强虫情监测和防控工作。苹果树腐烂病、苹果斑点落叶病、苹果花叶病毒病和苹果金纹细蛾是近年在本市普遍和持续发生的优势病虫害，以苹果树腐烂病、苹果斑点落叶病发生最重，是各年度必须防控的重点对象，前者的病树率达到 19.72%~30.54%，与全省基本一致^[5,12]，后者的病园率、病叶率和病情指数分别达到 95.83%~100.00%、11.11%~95.56%和 2.22~34.56。苹果褐斑病、苹果锈病、苹果白粉病和苹果绣线菊蚜是平凉市局

部发生的优势病虫害,其发生量随气候变化在年际间存在较大差异,本次调查中苹果褐斑病在六盘山以东的崆峒、崇信、泾川等县(区)有重或较重发生,苹果锈病在泾川、庄浪县发生相对较重,苹果白粉病在崇信县中度发生,苹果绣线菊蚜除在个别果园发生较重外,整体呈轻度以下发生,对于这 4 种病虫害,应当依据当年当季的具体发生情况做出防控决策,对于严重发生者进行专治,较轻发生且有一定危害者兼治,没有发生或轻度发生且无明显危害者不治,决不能为了“防患于未然”而按部就班地打保险药^[13]。

果实受害和叶片提早脱落的比率是衡量苹果受病虫害危害程度的重要指标之一。苹果斑点落叶病、褐斑病、山楂红蜘蛛等可引起苹果叶片大量提早脱落,从而严重影响果实生长、花芽分化、树体营养储备等,明显降低当年的果品产量质量和次年的坐果率、抗病性和抗逆性,致使苹果树腐烂病等枝干病害大发生^[14];苹果斑点落叶病、黑星病、轮纹病、炭疽病、蝇粪病、煤污病、霉心病、黑点病等病害可侵害果面和果肉,桃蛀果蛾、棉铃虫、康氏粉蚧、绿盲蝽、苹小食心虫、苹果小卷叶蛾等害虫可蛀食、啃食果肉或刺吸果实汁液,从而降低果实的商品性和食用性,甚至失去商用和食用价值。从本次调查结果看出:由病害引起的苹果叶片提早脱落现象在六盘山以东 4 县(区)有普遍和严重的发生,是影响全市苹果产业健康发展的主要瓶颈问题之一。由病害引起的果实受害现象仅在平凉市崆峒区有普遍和严重发生,应当高度重视辖区内果实套袋技术的全面落实^[15];害虫对果实的危害轻微,仅在崆峒区部分果园有发生,究其原因:一是果实套袋技术已经在全市范围内得到普及,套袋果园率和套袋果率普遍高于 80%,有效阻止了桃蛀果蛾、棉铃虫等害虫在果实上的产卵和危害^[16];二是果园管理十分精细,刮除粗皮、清除虫枝虫叶、树干涂白、喷施清园药剂等措施得到普遍落实,大幅度降低了苹小卷叶蛾、粉蚧、绿盲蝽、苹小食心虫等害虫的虫口基数;三是杀虫剂喷施频次较高(年喷施 6~10 次),且普遍采用“淋洗”方式喷施,使得树体各部位均能经常性大量着药,显著减轻甚至避免了害虫的发生与危害。

气候变化和病虫害治理水平特别是化学防治技术水平对苹果病虫害的发生发展均有明显的影响^[6,17-18]。

本次调查结果主要反映了调查当年气候状况下和现有防控技术水平下的苹果病虫害发生状况,鉴于平凉市的气象要素在年际间变化较大、病虫害防控技术也在不断进步,今后还应继续加强对苹果病虫害的调查研究工作,以求及时和全面掌握全市苹果病虫害的发生发展动态,为防治工作提供充分的依据。

参考文献

- [1] 平凉市政协. 关于全市苹果产业转型升级发展情况的调研报告[EB/OL]. (2017-10-17)[2020-04-19]. http://zx.pingliang.gov.cn/yzjy/201710/t20171017_218250.html.
- [2] 郑坚武,杜娟,刘箐,等. 天水苹果病虫害种类及发生动态调查研究[J]. 西北农业学报, 2009, 18(2): 293-298.
- [3] 韩健,陈臻,徐秉良,等. 甘肃省苹果病虫害发生情况初探[J]. 植物保护, 2012, 38(6): 134-139.
- [4] 韩健. 甘肃省苹果主要病虫害调查与苹果树腐烂病研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012.
- [5] 王树桐,王亚南,曹克强. 近年我国重要苹果病害发生概况及研究进展[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 13-25.
- [6] 赵增锋. 苹果病虫害种类、地域分布及主要病虫害发生趋势研究[D]. 石家庄: 河北农业大学, 2012.
- [7] 赵春明. 6 种药剂对苹果黑星病田间防治试验报告[J]. 农业科技与信息, 2010(1): 20.
- [8] 时春喜,张锐,胡文渊,等. 6 种杀菌剂对苹果褐斑病的防治效果[J]. 西北农业学报, 2018, 27(6): 904-907.
- [9] 柴德琴. 苹果树主要病虫害种类和发生规律调查研究——以甘肃苹果主产区为例[J]. 甘肃农业, 2013(10): 9-11.
- [10] 罗康宁. 苹果黑星病在庆阳市发生、扩展、蔓延及防治对策[J]. 中国植保导刊, 2005, 25(8): 24-25.
- [11] 刘章义. 甘肃平凉苹果绵蚜发生规律及绿色防控技术[J]. 中国果树, 2011(3): 56-58.
- [12] 薛应钰,靳小刚,李海军,等. 甘肃省苹果树腐烂病发生和防治情况调查[J]. 甘肃农业大学学报, 2015(5): 81-87.
- [13] 杨勤民,赵中华,王亚红,等. 我国苹果园病虫害防治用药情况及减量增效对策[J]. 中国植保导刊, 2018(4): 57-61.
- [14] 魏珍,刘文杰. 苹果早期落叶病的发生原因及综合防治措施[J]. 果农之友, 2010(11): 27-28.
- [15] 高九思,代彦满,陈玮. 果实套袋对苹果病虫害发生的影响[J]. 农药市场信息, 2005(15): 29.
- [16] 文颖强,马锋旺. 我国苹果套袋技术应用与研究进展[J]. 西北农林科技大学学报, 2006, 34(2): 100-104.
- [17] 张银. 果树病虫害预报预测系统研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2006.
- [18] 许虎林. 果园病虫害防治中的几个问题[J]. 西北园艺, 2000(3): 34-35.