

黄土高原陕甘交界区苹果黑星病的发生与防治

李志熙¹, 刘艳玲², 白岗栓^{3*} (1. 陕西榆林学院生命科学学院, 陕西榆林 719000; 2. 华州区农业技术推广中心, 陕西渭南 714100; 3. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西杨凌 712100)

摘要 2021 年黄土高原陕甘交界区苹果黑星病暴发, 造成早期落叶, 严重削弱了树势, 降低了苹果商品价值及花芽质量。为了识别和防治苹果黑星病, 简述了苹果黑星病在我国的分布范围、病原菌特性、危害症状、叶片内的扩展状态、发病规律和在黄土高原陕甘交界区暴发的原因, 并提出了黑星病的综合防治措施。

关键词 苹果黑星病; 病原菌; 危害症状; 发病规律; 防治措施

中图分类号 S436.611.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)17-0115-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.17.029

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Occurrence and Control of Apple Scab in the Shaanxi-Gansu Border Area on the Loess Plateau

LI Zhi-xi¹, LIU Yan-ling², BAI Gang-shuan³ (1. College of Life Science, Yulin University, Yulin, Shaanxi 719000; 2. Agricultural Technology Popularization Center of Huazhou District, Weinan, Shaanxi 714100; 3. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract Apple scab broke out in the Shaanxi-Gansu border area on the Loess Plateau in 2021, which caused the early defoliation, and seriously weakened the tree vigor, reduced the apple commodity value and the quality of flower buds. In order to identify and control apple scab, the distribution in China, the pathogen characteristics, hazard symptoms, the extended morphology in apple leaves, occurrence regularity and the cause of the outbreak in the Shaanxi-Gansu border area on the Loess Plateau of apple scab were described in this paper, and the comprehensive control measures for apple scab were put forward.

Key words Apple scab; Pathogen; Hazard symptom; Occurrence regularity; Control measure

西北黄土高原、环渤海湾、黄河古道和西南高原(云贵高原)凉爽区是我国苹果(*Malus domestica*)传统的四大生产区, 其中西北黄土高原是我国最大的优质苹果生产基地。西北黄土高原的陕西省和甘肃省的苹果栽培面积分别占我国苹果栽培面积的第 1 位和第 2 位, 产量分别为第 1 位和第 3 位^[1-2]。西北黄土高原的苹果产量与质量, 均对我国苹果产业产生巨大影响。近年来苹果黑星病(*Venturia inaequalis*)在陕西渭北旱塬的洛川、旬邑、长武和甘肃陇东高原的平凉和庆阳等地呈斑块状发生^[3-7]。2021 年苹果黑星病在黄土高原陕甘两省交界区的长武县和泾川县呈暴发性发生, 造成树体大量落叶并降低树体营养, 未套袋果实产生大量锈斑并失去商业价值, 花芽分化不良从而影响翌年苹果产量与质量, 严重打击了当地果农的生产积极性。为了防止苹果黑星病在西北黄土高原进一步蔓延及危害, 减轻其危害程度, 根据田间监测及相关文献^[8-11], 笔者简述了苹果黑星病的分布状况、危害症状、病原形态和发病规律等, 提出了苹果黑星病的综合防治技术措施。

1 分布范围

苹果黑星病又称疮痂病, 1819 年首次发现于北欧瑞典, 具有传播速度快、危害大和难于防治等特点, 广泛分布于世界各苹果产区, 是苹果的主要病害之一^[4]。1927 年我国首次在河北省发现苹果黑星病^[4], 1957 年被列为我国国内植物检疫对象, 主要分布于吉林、黑龙江、新疆、四川、云南等凉爽苹

果产区, 1966 年以后不再列为我国国内植物检疫对象^[4, 12]。1989 年甘肃省首次在水南市秦城区发现苹果黑星病, 1997 年陕西省首次在兴平、礼泉、杨凌、旬邑等地发现苹果黑星病^[9]。目前苹果黑星病零星发生于全国各地, 以辽宁、新疆和陕西等凉爽苹果产区危害较重(图 1)^[12]。



图 1 苹果黑星病在我国的分布状况

Fig.1 Distribution of apple scab in China

2 病原菌

根据文献记载^[3-4, 9, 11-12], 苹果黑星病有性时期属于囊菌亚门(Ascomycotina)黑星菌属(*Venturia* de Not), 为 *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.; 无性时期属半知菌亚门(Deuteromycotina), 为 *Spilocaea pomi* Fr., 其有性时期和无性时期均在

基金项目 国家重点研发计划项目“黄土高原生态修复模式的格局-结构-功能关系”(2016YFC0501602)。

作者简介 李志熙(1965—), 男, 陕西米脂人, 教授, 从事果树栽培及植物学研究。*通信作者, 研究员, 从事果树栽培及农田生态方面的研究。

收稿日期 2021-11-11

果园自然发生。

有性时期的子囊座初埋于基质中,后外露或近表生,子囊壳球形或近球形,直径 90~100 μm,有孔口且孔口处稍乳头状凸起,周缘有刚毛,长 25~75 μm。每个子囊壳可产生不同发育阶段的子囊 50~100 个。子囊具短柄,大小为(55~75) μm×(6~12) μm,无色,圆筒状,细胞壁薄。1 个子囊内一般有 8 个子囊孢子,子囊孢子大小为(11~15) μm×(6~8) μm,卵圆形,褐色,具 1 隔,分隔处缢缩,由 2 个大小不等的细胞组成,上面的较小而稍尖,下面的较大而圆(图 2)。

无性时期的分生孢子梗圆柱状或倒梨形,大小(24~64) μm×(6~8) μm,丛生,不分枝,短而直立或略弯,淡褐色至深褐色或橄榄色,屈膝状或结节状,具 1~2 个隔膜,有的基部 10 μm 膨大,产孢细胞为全壁芽式产生分生孢子,环痕式延伸。分生孢子大小为(14~24) μm×(6~8) μm,倒梨形或倒棒形,单生,初生时无色,渐变为淡青褐色至深褐色,孢基平截,顶部钝圆或略尖,表面光滑或具小疣突,0~1 个隔膜,偶具 2 个或 2 个以上隔膜,分隔处略缢缩(图 2)。

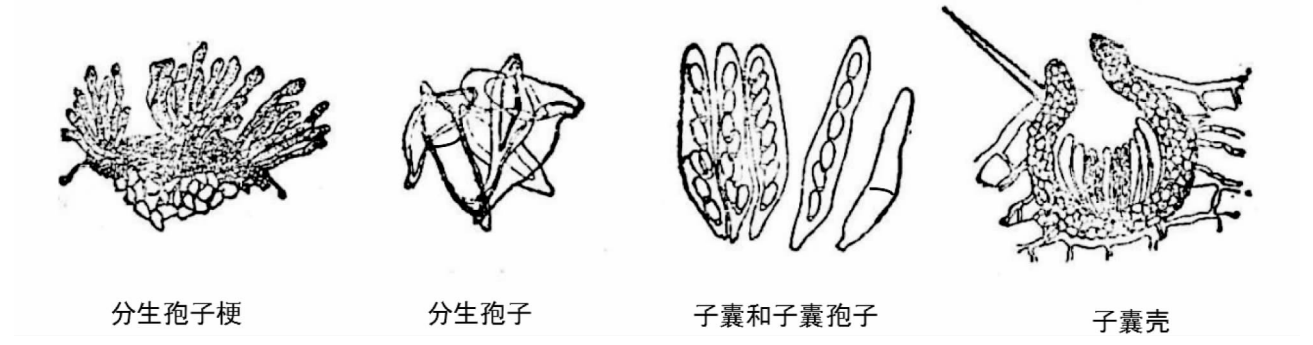


图 2 苹果黑星病的病原菌

Fig. 2 Pathogen of apple scab

3 危害症状

苹果黑星病病菌主要侵染叶片和果实,也可侵染花、萼片、花梗、叶柄、幼嫩枝条和芽鳞等,侵染严重时往往造成大量落叶,果实开裂或畸形(图 3),直接影响苹果的产量、品质及商品价值^[3-4, 9, 13-16]。苹果黑星病菌除危害苹果树外,还危

害苹果属的沙果(*Malus asiatica*)、海棠(*Malus spectabilis*)、西府海棠(*Malus micromalus*)、山定子(*Malus baccata*)等其他果树,也可侵染山楂(*Crataegus pinnatifida*)、花楸(*Sorbus pohuashanensis*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)等^[3-4, 9]。



图 3 叶片和果实被苹果黑星病危害后症状

Fig. 3 Symptoms of leaf and fruit damaged by apple scab

3.1 花瓣、萼片和花梗 花瓣被苹果黑星病侵染后往往导致花瓣褪色并脱落。萼片被苹果黑星病侵染后呈灰色,但由

于萼片有绒毛,常不易察觉。花梗被苹果黑星病菌感染后呈黑色,易形成环切,造成落花落果。

3.2 叶片 叶片上病斑多从叶片正面侵染,若侵染时期较晚,也可从叶片背面侵染。病原菌侵入到叶片角质层与表皮细胞之间后,从侵入点呈放射状扩展。初始病斑为淡黄绿色的圆形或放射状病斑,逐渐变为褐色,最后变为直径3~6 mm黑色病斑。幼叶病斑表面多为粗糙羽毛状,发病严重时叶片变小增厚,卷曲或扭曲,叶片失绿发黄,色泽暗淡,似覆盖油污状污染物。成熟叶片的病斑边缘明显却不整齐,病斑周围的健康组织变厚,使病斑向上凸出,呈泡斑状,其背面呈环状凹入,并在叶片上形成一层绒毛状黑色霉层(病原菌的分生孢子及分生孢子梗)。有时病斑干枯破裂,形成脱落性穿孔。叶片背面侵染形成的病斑略呈圆形,表生黑色霉状物,叶片正面对应部位褪绿,枯死。黑星病侵染较晚的叶片,仅在叶片背面产生黑色多角形病斑。当黑星病发病严重时,病叶上的多个病斑连接融合,油污加重,叶片失水干枯,出现开裂等现象,造成早期落叶,影响花芽形成及花芽质量,削弱树势。叶柄和主叶脉上发生的病斑通常较小,黑色,呈梭形或斑点状,易造成叶片变黄脱落。

3.3 新梢 通常情况下新梢不会受到黑星病菌感染,但在适宜条件下新梢也可被侵染,多发生在距新梢顶端约10 cm的部位,病斑很小,随着新梢的生长病斑会自行消失,但一些易感病的品种上,新梢的病斑并不随新梢生长而消失,导致染病部位呈泡肿状,但易与皮孔或其他畸形组织相混淆。

3.4 果实 从幼果生长期至果实成熟期均可受到黑星病菌侵染,其中果实生长前期最易遭受侵染。病斑多发生在肩部或胴部,初为淡黄绿色斑点,渐变褐色至黑色星状斑点,近圆形,表面产生黑色绒状霉层(菌丝体);随着果实生长,病斑逐渐凹陷、硬化,严重时发生星状开裂、呈疮痂状或成为凹凸不平的畸形果。若果实在深秋被害,病斑密集呈黑色或咖啡色小点,选果时不易为肉眼所察觉,而在藏贮期病斑逐渐扩大。

苹果黑星病在叶片、果实及花朵上呈现出不同的症状,这可能与黑星病菌侵染部位的抗病性、侵染时期、环境条件等密切相关^[12]。

4 叶片内的扩展状态

自然条件下苹果黑星病主要发生在幼龄叶片上,菌丝只在角质层与表皮细胞之间扩展,不寄生其他组织。根据李保华等^[17]的接种观测,在幼龄的感病叶片上,黑星病的菌丝为典型的丝状体,分隔少,边缘平滑,形态规则,病斑面积大,产孢多,外观症状明显。在成熟的抗病叶片上,扩展菌丝常在两表皮细胞交界处分枝,形成并列生长的菌索,菌丝和菌索边缘及末端突出,菌丝分隔多,细胞粗短,不规则,蠕虫状。病斑面积小,不产生分生孢子或产生少量的分生孢子,无外观症状。

通常分生孢子穿透幼龄叶片的角质层,从幼龄叶片的正面侵入后,12 h后便在角质层与表皮细胞间形成一个扁平状

的营养细胞,再由营养细胞上产生数条扩展菌丝,向不同方向生长。病斑生长多以单条菌丝扩展,菌丝分隔少,末端尖锐,边缘平滑,呈典型真菌菌丝的形态(图4A)。随着病斑的扩展,扩展菌丝上产生大量的短枝状或盲突状的分枝菌丝并向不同方向凸出。随着病斑的扩展,分枝菌丝细胞产生分化,形成成团的拟薄壁细胞。拟薄壁细胞的细胞壁加厚,颜色变深,形成子座,突破角质层,侵染12 d后便可产生丛簇状的分生孢子梗,并大量产生分生孢子^[17-18](图4B和图4C)。

分生孢子从幼龄叶片背面角质层侵入后,形成的营养细胞小,病斑以单条菌丝扩展,其形态与在幼龄叶片正面扩展的菌丝相似。由于病斑小,叶片背面很少形成子座,分生孢子梗则由菌丝细胞直接产生。菌丝产生分生孢子梗时,先产生刚毛,突破表皮,再由菌丝细胞分化产生分生孢子梗并产生分生孢子^[17](图4D)。

在叶脉上扩展的菌丝往往形成大量分枝,菌索扩展距离较短,病斑面积小,形成粗壮的菌索和丛簇状分枝,能够形成大量的子座和分生孢子梗,产生大量的分生孢子,外观症状明显(图4E)。

在叶龄稍大的叶片正面,分生孢子在角质层下形成的营养细胞小,分枝少。分枝菌丝先以单条菌丝生长很短一段距离后,分枝形成由数条菌丝并列生长的菌索,由菌索向外扩展。菌丝多在两细胞交界处分隔与分枝^[17](图4F)。菌索和菌丝边缘大量凸出形成皱褶,末端平截。菌丝分隔多,细胞短。病斑在生长后期很难形成较大的子座,由菌丝细胞生长分化产生厚壁细胞,直接形成分生孢子梗。

5 发病规律

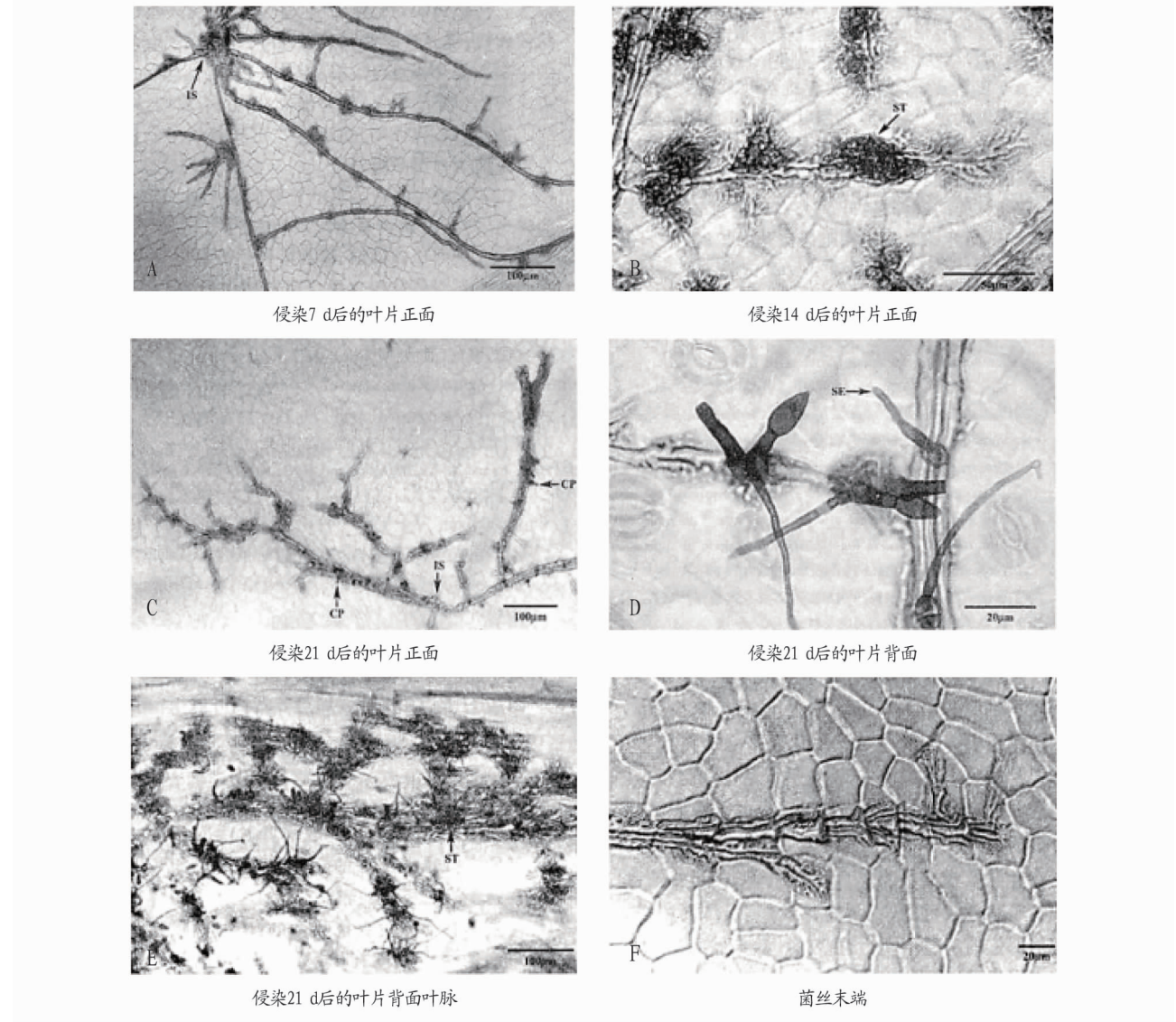
根据文献记载^[3-4, 7-9, 11-24],苹果黑星病菌以秋冬脱落的病叶或病果上产生的假子囊壳越冬,也可以菌丝体或分生孢子在病枝和芽鳞内越冬,但越冬的菌丝体或分生孢子在翌年春季基本无传病能力。病叶或病果产生的假子囊壳,假子囊壳产生的子囊孢子是翌年春季苹果黑星病菌侵染的主要初始源。

苹果黑星病菌的有性时期始于秋季病叶脱落至翌年春季子囊孢子完全释放。病叶脱落后,黑星病的菌丝在病叶内继续生长14~21 d,大多在秋冬形成假囊壳。假囊壳产生和发育的适宜温度为13~16℃,早期发育的最适宜温度为13℃;温度高于19℃时病叶和病果上产生的假囊壳数量急剧下降。秋季叶片脱落后1月的空气温度和空气湿度对假囊壳的产生及子囊孢子的快速发育均有非常显著的影响,过高的温度及连续高温均不利于假囊壳和子囊孢子的发育,干湿交替最有利于假囊壳和子囊孢子的发育。

子囊孢子在水滴中较易萌发,借风雨传播,发育和萌发的适宜温度为13~21℃,成熟的最适温度为18~20℃,当温度超过30℃或低于5.5℃则停止萌发和侵染。子囊孢子最适宜侵染的温度为19℃,潜育期9~14 d。子囊孢子释放可持续35~63 d,子囊孢子释放最有利的条件是降雨天气或潮湿、有雾和有露水的天气。子囊孢子附着在叶面萌发后形成一种盘状物,紧贴着叶面,由此产生1个很细的侵染丝,穿过

角质层,侵入到角质层与表皮细胞之间。一般在苹果花芽萌动时子囊孢子开始进行初侵染。子囊孢子成熟、释放和侵染的高峰期是开花至落花期,即4月中下旬至5月上旬(图5)。子囊孢子成功侵染取决于叶表面连续湿润时间的长短及温度。幼叶可保持5~8 d的感病性,叶片背面在晚夏易受到感染。对于果实而言,在整个生长期均感病,且子囊孢子侵

染所需要的时间随果实的生长而增加。早春阴雨多,发病早;夏季阴雨多,传染快。子囊孢子往往在幼果速长期至花芽分化期,即5月上旬至6月中旬造成叶片大量染病,形成叶片春夏染病高峰(图5)。叶片和果实染病 15 d 左右便可产生分生孢子,并以分生孢子成为再次侵染的主要来源,直至当年秋季结束。



注:IS 为侵染点,ST 为子座,CP 为分生孢子梗,SE 为刚毛
Note: IS. Infection site, ST. Stroma, CP. Conidiophore, SE. Setae

图4 黑星病菌在苹果叶片内的扩展形态

Fig.4 The extended morphology of apple scab in apple leaves

分生孢子在 2~30 ℃ 均可发芽,适温为 22 ℃,但必须在有雨水条件下才能脱离和释放。当分生孢子落到呈湿润状态的苹果幼嫩组织上时即可萌发和侵染。分生孢子的侵染温度为 4~28 ℃,适宜温度为 8~10 ℃,潜育期 8~10 d;高于 31 ℃ 或低于 -4 ℃ 分生孢子不能穿透叶片角质层。分生孢子作为再侵染源,借雨水飞溅传播。侵入叶片的菌丝在受到表皮阻止时,产生子座,子座上产生分生孢子梗及分生孢子,并进行再次或多次侵染,形成秋季染病高峰(图5)。

苹果黑星病远距离传播主要通过苗木与接穗,近距离传

播通过风和雨。最适宜苹果黑星病发病的日平均温度为 18 ℃,春季和初夏冷凉的地区发生相对严重。苹果树最易遭受黑星病的危害时期是花蕾开放至花瓣脱落期,萼片上的病斑是以后侵害果实最近的病原。早春是病害发生的重要时期,其次是秋季对果实的再侵染。

6 陕甘交界区黑星病的暴发原因

2021 年陕甘交界区苹果黑星病的暴发,不仅与 2021 年的气候密切相关,更与果园管理直接相关。

6.1 管理意识淡薄 近年来苹果黑星病在黄土高原的洛

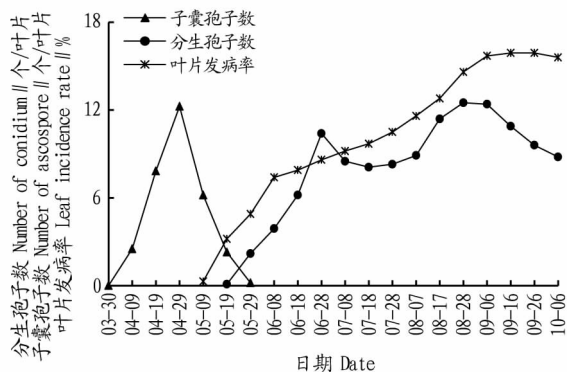


图5 黄土高原陕甘交界区苹果园苹果黑星病子囊孢子、分生孢子及叶片的发生动态

Fig. 5 Occurrence dynamics of ascospores, conidium and leaf incidence of apple scab in apple orchards in Shaanxi-Gansu border area of the Loess plateau

川、旬邑、庆阳和平凉等苹果主产区以斑块状发生,但未引起广大果农的注意,对该病缺乏了解。2021年黄土高原陕甘交界区苹果黑星病春夏季暴发时许多果农认为是苹果锈病(*Gymnosporangium yamadai*),出现化学药剂选择不当及综合防治措施不到位,耽误了最佳防治时期,在秋季造成病害大面积发生。

6.2 适宜的气候环境 黄土高原陕甘交界区海拔多在1110 m以上,为冷凉苹果产区,适宜苹果黑星病侵染与传播。2020年秋季该地区多雨,为假囊壳的生长发育提供了良好的条件;2021年4月和5月该区的降水量较往年增加了40%左右,为子囊孢子的成熟、释放与侵染提供了良好的环境,形成了以子囊孢子为侵染源的发病高峰(图5)。2021年7—8月降水量较常年降低50%左右,在黑星病与干旱的共同威胁下,进一步降低了树体的抵抗力;进入9月后降水量急剧增加,气温降低,促进了分生孢子的释放与侵染,形成了秋季侵染高峰。

6.3 果园管理粗放 2018年黄土高原陕甘交界区苹果花期遭遇霜冻,造成大部分果园绝收;2019年又因花期霜冻减产40%~50%;2020年虽然苹果丰收,但由于果实价格偏低及2021年春季果实销售困难,加上近几年生产资料如化肥、农药和纸袋等,特别是农村劳动力价格的不断上升,果园净产值不断下跌,导致果园管理粗放,秋冬季不清园或清园不彻底,大量病叶病果为病害暴发积累了大量的病原。有些果园荒芜,缺乏管理,成为子囊孢子和分生孢子传染源,形成“一场风雨一波病害”。

6.4 不合理的果园地面管理模式 黄土高原土壤有机质含量低,为了提高果园土壤有机质,果园推广人工生草和自然生草,而果园生草会降低果园气温,增加果园湿度^[25],利于苹果黑星病的发生与流行。且果园生草后往往导致秋末冬初清园不彻底,为假子囊壳的形成提供良好的发育环境。

6.5 主栽品种不抗病,果园通风透光差 目前黄土高原陕甘交界区苹果的主栽品种为红富士,授粉品种多为皇家嘎啦,而这2个品种均不抗苹果黑星病^[12],且果树栽培以乔化

为主,树冠高大,果园郁闭,通风透光不良,易遭受苹果黑星病危害。

7 主要防治措施

苹果黑星病往往发病快,危害重,严重降低果实的商品价值,同时造成早期落叶,削弱树势且影响花芽分化,防治苹果黑星病必须以“预防为主,综合防治”。

7.1 加强植物检疫 苹果黑星病在我国呈局部发生状态,应严禁从疫区引入苗木和接穗等繁殖材料,疫区的苗木、接穗和病果等不得在疫区外运转及销售,对调入的果树苗木和接穗要进行消毒处理,以有效阻止苹果黑星病大范围扩散与传播,减缓流行速率。

7.2 开展病情预测预报 苹果黑星病初次侵染依靠风雨传播,流行性强且年际间波动性大,疫区应积极开展病情的监测与预测预报。疫区应根据上一年11月和12月的气温和降水量,预测预报假子囊壳的越冬动态,为春季防治提供方案。根据春季3月下旬至5月下旬的降水量、气温和空气湿度,预测子囊孢子的侵染强度,积极开展综合防治,降低初次侵染源,将病情封杀在萌芽状态。根据6—8月的降水量、气温、空气湿度和危害状况等,及时调整防治方案,降低危害程度。

7.3 加强农业防治 农业防治方法较多且对果园环境污染较小,是防治和减轻黑星病危害的有效方法。

7.3.1 清园。落叶后及时、彻底把地面的落叶、病果、枝条和杂草及树上的枯叶、病果和老树皮等集中深埋,并添加10%的碳酸氢铵或5%的尿素,促进微生物对落叶和病果等的分解,促进落叶和病果快速腐烂,阻止假子囊壳发育与形成,从而降低初侵染源,减少来年病害发生概率。秋末地面喷洒5%的尿素溶液或喷洒波尔多液(硫酸铜:生石灰:水=1:1:160)后深翻土壤,促进落叶快速腐烂,减少和杀灭地面病叶和病果中的子囊孢子。

7.3.2 果园清耕和铺反光膜。果园地面杂草及时去除,地面管理采用清耕。若果园生草,应在苹果萌芽至落花期对地面交替喷施5°Be的石硫合剂和波尔多液(硫酸铜:生石灰:水=1:1:160)。春季苹果叶幕形成后地面铺反光膜,改善果园光照状况,减少土壤水分蒸发,截断子囊孢子从地面向树叶和果实的侵染通道,同时也可减少果园杂草生长,便于及时清除有病的落叶及落果,减少苹果黑星病的发病概率。

7.3.3 合理修剪。苹果黑星病也可以菌丝体在病枝和芽鳞内越冬,冬季修剪时剪除秋梢并及时深埋(添加10%左右的尿素),可减少越冬菌源量。树冠郁闭有利于苹果黑星病发生与流行,冬季修剪和春季花前复剪应根据树体的生长状况,选留适宜的花芽量和枝条量,减少疏花疏果量和留枝量,促进树冠通风透光,增强树势。夏季修剪和秋季修剪期间要及时抹除多余的萌芽,及时摘心和开张角度等,控制枝条疯长及秋梢生长,促进新梢和叶片成熟,提高新梢和叶片的抵抗能力。无论什么时期修剪,均应提高果园和树冠通风透光为目标,以便缩短苹果叶片的湿润时间,降低子囊孢子和分生孢子的侵染率,减轻病害发生程度。

7.3.4 果实套袋。果实套袋是阻断病菌侵害果实最有效的途径。落花后 30 d 左右对果实套袋。套袋时红色果实品种应套双层防水和防虫的遮光袋,黄色果实品种套单层遮光袋,均可有效减轻黑星病的发生程度。

7.3.5 加强水肥管理。陕甘黄土高原交界区为雨养农业区,无灌溉水源。果园土壤管理要以肥提水,在提高土壤肥力的基础上提高土壤水分利用效率。除秋季果实采收后及时施有机肥外,春季、花芽分化期和果实采前膨大期追肥应以磷钾肥为主,配合锌、铁、铜和硼等其他微量元素,以增强树势,提高叶片和果实的抗病能力。在喷施农药时可添加硫酸铜、硫酸锌、硫酸亚铁和硝酸钙等,增加叶片角质层厚度,提高叶片的抗病能力^[26]。若有灌溉水源,春季灌溉应尽量在夜间进行,可减少子囊孢子的扩散量。

7.3.6 栽植抗苹果黑星病品种。苹果黑星病菌寄生性较强,品种之间的发病程度差异较大,可选择栽植抗病品种,淘汰感病品种,减轻病害危害程度。目前国内抗病性较强的品种是秦冠,但秦冠的品质较差;国外抗病品种有 Prima、Liberty 和 Williams Pride 等,但国内栽培面积小。栽植抗病品种,可有效压缩感病品种栽培面积。

7.4 生物防治 常春藤(*Hedera nepalensis* var. *sinensis*)的叶片提取物,真菌 *Atheliabom bacina* 和 *Chaetomium globosum* 均可抑制苹果黑星病分生孢子和子囊孢子的产生,有效减轻苹果黑星病菌的传播。

7.5 化学防治 从秋季落叶至翌年果实采收,由于季节不同,喷施的农药也不同。秋季落叶至翌年花芽现蕾前轮换喷施石硫合剂和波尔多液(硫酸铜:生石灰:水=1:1:160),喷药间隔期为 25 d 左右。落花后 15 d 至采收前 20 d 左右均以喷施杀菌剂为主,根据病情每隔 10~15 d 喷 1 次。开花期一般不喷施农药。果实套袋后至果实解袋前也可喷施波尔多液(硫酸铜:生石灰:水=1:1:200),根据病情每隔 20~25 d 喷 1 次。

石硫合剂通常在果树休眠期至萌芽期喷施。落叶后至萌芽前可喷施 3~5°Be 的石硫合剂,萌芽至花芽露红喷施 1~3°Be 的石硫合剂,花芽露红至花芽现蕾喷施 0.5~1.0°Be 的石硫合剂。越接近花期,喷施的浓度越小。

40%福星(氟硅唑)乳油 5 000 倍液、43%戊唑醇(好力克)可湿性粉剂 4 000 倍液、10%世高(苯醚甲环唑)2 000 倍液、5%阿米西达(啉菌酯)1 500~2 500 倍液、12.5%烯唑醇(速保利)可湿性粉剂 1 500 倍液、80%大生 M-45(代森锰锌)800 倍液和 40%腈菌唑可湿性粉剂(燕化倍绿)5 000 倍液,均可有效防止苹果黑星病。具体喷药时间应依据当地的天气预报,尽量在雨前 1~2 d 喷施,以天气晴好、叶面无露水、

无风或微风时喷施最好,应均匀喷施到苹果叶片、新梢及树干表面,喷施量以药液开始流动为止,通常在喷药当日的 11:00 之前和 15:00 之后。果树生长期喷施杀菌剂时避免单一施用某一种杀菌剂,应轮换喷施不同种类的杀菌剂。

参考文献

- [1] 张聪颖,杨倩,霍学喜. 中国苹果生产区域变迁分析[J]. 经济地理, 2018,38(8):141-151.
- [2] 周江涛,赵德英,陈艳辉,等. 中国苹果产区变动分析[J]. 果树学报, 2021,38(3):372-384.
- [3] 田雪亮,梁振宇,杨家荣,等. 苹果黑星病的症状类型及时间动态[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2003,31(S1):19-21.
- [4] 严勇敢. 苹果黑星病的发生与控制[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2006,34(S1):1-4.
- [5] 时春喜,樊民周,段双科,等. 阿米西达防治苹果黑星病和斑点落叶病的效果[J]. 西北农业学报,2004,13(4):50-53.
- [6] 罗康宁. 庆阳市苹果黑星病发生原因及防治措施[J]. 甘肃农业科技, 2005(8):63-64.
- [7] 岳德成,史广亮,李鹏鹏,等. 平凉市苹果黑星病的发生特点及绿色防控技术[J]. 现代农业科技,2020(18):118-119.
- [8] 王晓梅,崔坤,徐亚杰. 苹果黑星病发生情况及有机苹果黑星病综合控制[J]. 现代农业科技,2009(8):86,88.
- [9] 商鸿生. 苹果黑星病菌检疫[J]. 植物检疫,2006,20(4):249-252.
- [10] 梁振宇,胡小平,杨家荣. 苹果抗黑星病研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(S1):215-219.
- [11] 吕佩珂,庞震,刘文珍,等. 中国果树病虫害原色图谱[M]. 北京:华夏出版社,1993:9-10.
- [12] 胡小平,周书涛,杨家荣. 我国苹果黑星病发生概况及研究进展[J]. 中国生态农业学报,2010,18(3):663-667.
- [13] 董艳玲,胡小平,杨家荣,等. 苹果黑星病流行规律研究进展[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2004,22(S1):126-129.
- [14] 王德清. 苹果黑星病的发生条件及防治技术[J]. 中国农村小康科技,2007(3):68-69.
- [15] 雍结. 清水县苹果黑星病发病规律及防治措施研究[J]. 种子科技, 2021,39(8):17-18.
- [16] 皮素琴,高九思,侯春霞,等. 豫西地区苹果黑星病发生危害及防治技术[J]. 安徽农业科学,2007,35(4):1005-1006.
- [17] 李保华,董向丽,徐向明. 苹果黑星病菌在叶组织内的扩展形态[J]. 莱阳农学院学报,2005,22(1):1-4.
- [18] HUANG L L, KANG Z S, GUO J Q, et al. Development of *Venturia inaequalis* on apple leaves observed by electron microscope[J]. Mycosystema, 2003,22(3):494-497.
- [19] 胡小平,田雪亮,李随院,等. 渭北旱塬苹果黑星病流行程度预测[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(10):151-154,158.
- [20] 胡小平,杨家荣,田雪亮,等. 渭北旱塬苹果黑星病的初侵染来源[J]. 植物病理学报,2008,38(1):83-87.
- [21] 胡小平,张吉光,陈婧,等. 新疆野苹果和秦冠的抗黑星病特性[J]. 植物病理学报,2010,40(6):609-614.
- [22] 郭世保,胡小平,杨家荣,等. 苹果黑星病潜育期及其病原菌产孢量研究[J]. 西北农业学报,2005,14(3):15-17.
- [23] 赵彦生,杨正祥. 苹果黑星病在礼县的发生情况与防治措施[J]. 甘肃农业科技,2004(2):47-48.
- [24] 李随院,杨家荣,李婷,等. 我国苹果黑星病研究进展[J]. 陕西农业科学,2009,55(3):86-88,93.
- [25] 白岗栓,郭江平,杜建会. 自然生草对渭北旱塬苹果园小气候及果实灼伤和早期落叶病的影响[J]. 草地学报,2021,29(2):324-332.
- [26] KÖLLER W, PARKER D M, BECKER C M. Role of cutinase in the penetration of apple leaves by *Venturia inaequalis*[J]. Phytopathology, 1991,81(11):1375-1379.