

陕北枣区枣疯病、枣裂果病及桃小食心虫发生危害调查

陈玉鑫, 张钰析, 刘瑞昌, 李琳琳, 李春沁, 李伯辽, 李广伟*

(陕西省红枣重点实验室(延安大学), 延安大学生命科学学院, 延安 716000)

摘要 陕北枣区是我国重要的红枣种植区,枣疯病、枣裂果病和桃小食心虫的危害已成为制约当地红枣产业健康发展的主要因素。本研究对陕北枣区“两病一虫”的发生程度及分布特点进行全面调查,旨在为当地制定红枣重大病虫害的预警和综合防控策略提供数据支持。根据陕北枣区红枣的分布特点,调查了延川、清涧、吴堡和佳县4县15个乡镇60个行政村枣园的枣疯病、枣裂果病及桃小食心虫的发生危害情况。结果表明,枣疯病在陕北枣区普遍发生,呈现偏南部发病率高、偏北部发病率低的特点,15个乡镇枣疯病平均发病率在0.17%~33.63%,感病最严重的枣园发病率高达61.00%。枣脆熟期的裂果率在10.33%~77.40%,也呈现枣区偏南部裂果重、偏北部裂果轻的特点。枣裂果率与枣园所处纬度呈负相关,与8月—9月降雨量呈正相关。此外,枣裂果率的高低与枣树品种有关,‘骏枣’和‘团枣’的平均裂果率显著高于‘木枣’;‘骏枣’裂果以纵裂和不规则裂为主,‘团枣’以不规则裂为主、环裂次之,‘木枣’则以不规则裂和纵裂为主。陕北枣区桃小食心虫蛀果率较低,介于0.50%~10.40%,‘团枣’和‘骏枣’的蛀果率显著高于‘木枣’。在陕北枣区枣树病虫害防控中,应以预防和治理枣裂果病和枣疯病为重点,通过防治媒介昆虫叶蝉和加强田间管理延缓枣疯病的发生蔓延,在桃小食心虫发生严重的枣区应采取综合防治措施,降低一代幼虫的蛀果率。

关键词 陕北枣区; 枣疯病; 枣裂果病; 桃小食心虫; 病情分级

中图分类号: S 436.65 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2021603

Investigation on occurrence and damage of jujube witches'-broom, jujube fruit-cracking and *Carpocapsa sasakii* in jujube area of Northern Shaanxi

CHEN Yuxin, ZHANG Yuxi, LIU Ruichang, LI Linlin, LI Chunqin, LI Boliao, LI Guangwei*

(Shaanxi Province Key Laboratory of Jujube (Yan'an University), College of Life Science, Yan'an University, Yan'an 716000, China)

Abstract Northern Shaanxi is an important jujube planting area in China. Jujube witches'-broom (JWB), jujube fruit-cracking (JFC), and peach fruit moth *Carpocapsa sasakii* have become the main factors restricting the healthy development of local jujube industry. The purpose of this study was to investigate the occurrence and distribution characteristics of these pests and diseases in jujube region of Northern Shaanxi, providing data support for the early warning and comprehensive control strategies of major diseases and pests in jujube. According to the distribution of jujube planting in Northern Shaanxi, the occurrence and damage of JWB, JFC and *C. sasakii* in jujube orchards of 60 villages in 15 towns of Yanchuan, Qingjian, Wubu and Jiaxian counties were investigated. The results showed that JWB was common widespread in jujube planting area of this region, with a higher incidence in the South region and lower in the North region. The average incidence of JWB was 0.17%–33.63% in 15 townships, with the higher incidence of 61.00%. The fruit-cracking rate of jujube was 10.33%–77.40% at crisp ripening stage, and also showed an increase cracking rate from north to south part. The fruit-cracking rate

收稿日期: 2021-10-30 修订日期: 2022-02-17

基金项目: 陕西省教育厅重点实验室项目(20JS148);陕西省重点研发计划(一般项目—农业领域)(2022NY-129);2021年延安大学校级大学生创新创业训练计划项目(D2021099)

* 通信作者 E-mail: liguangwei@yau.edu.cn

was negatively correlated with latitude, and positively correlated with rainfall from August to September. The fruit-cracking rate of jujube was also related to the variety of jujube, indicating that the average fruit-cracking rate of ‘Jun-jujube’ and ‘Tuan-jujube’ was significantly higher than that of ‘Mu-jujube’. The longitudinal and random cracking were main cracking modes for ‘Jun-jujube’ and ‘Mu-jujube’, and the random cracking, ring cracking were main cracking modes in ‘Tuan-jujube’. The percentage of bored fruit by *C. sasakii* larvae in jujube region of whole Northern Shaanxi was low, ranging from 0.50% to 10.40%, and the bored fruit percentages of ‘Tuan-jujube’ and ‘Jun-jujube’ were significantly higher than in than that of ‘Mu-jujube’. The prevention and control of jujube tree diseases and insect pests in jujube area of Northern Shaanxi should focus on the control of JWB and JFC. The spread of JWB should be delayed by the prevention and control of vector leafhoppers and strengthening the field management. Comprehensive prevention and control measures should be taken during the emergence period of the overwintering generation adults of the *C. sasakii*, to reduce the percentage of bored fruit by first-generation larvae.

Key words jujube region in North Shaanxi; jujube witches’-broom; jujube fruit-cracking; *Carposina sasakii*; plant disease grading

枣原产于我国黄河下游地区,在我国具有悠久的栽培历史,远在古代枣即与桃、杏、李、栗并称为“五果”^[1]。目前,红枣仍为我国的第一大干果,据2018年统计全国种植面积达331万hm²,干果总产量736万t,占世界总产量的98%,新疆、河北、河南、山东、山西和陕西为我国六大红枣主产区,产量占全国总产量的90%以上^[2]。陕西省是我国传统的红枣产区,2020年枣树成林面积达21万hm²,年总产量109.91万t。陕西红枣主要分布在陕北黄河沿岸和泾河沿岸,洛河流域有少量种植^[3]。近年来,枣裂果病和枣疯病已成为危害我国枣树最严重的两大病害。除新疆外,枣裂果病在其他枣产区的露地栽培园连年重度发生,如山西枣区的‘壶瓶枣’在重度发生年份裂果率达90%以上^[4];山东德州枣区‘金丝小枣’裂果率超70%^[5];河北太行山区‘婆枣’在多雨年份裂果率高达80%以上^[6];河南新郑港区露地栽培的‘新郑早红枣’平均裂果率达46.5%^[7]。与枣裂果病仅为害果实不同,枣疯病是一种致死性病害,染病枣树随即失去结果能力,发病3~4年后常整株枯死,枣疯病的严重发生给枣农造成极大的经济损失,严重威胁当地枣产业的健康发展。目前,枣疯病在国内各个枣产区均有发生^[8-12],不同枣产区的发病率及发病程度与当地栽植的枣树品种、田间管理水平以及植保技术等紧密相关^[13]。桃小食心虫 *Carposina sasakii* Matsumura 是为害红枣最严重的蛀果害虫,在新疆、河北、山东、陕西、山西等枣主产区普遍发生^[14-17],但具体的发生和为害程度尚不清楚。近年来,受红枣种植经济效益下

降的影响,陕北枣区枣园管理粗放甚至撂荒,水肥投入不足,树势衰弱,致使枣疯病、枣裂果病发生严重。摸清陕北枣区枣树重大病虫害的发生现状及分布特点,对预防和控制枣树病虫害的发生危害、解决陕北枣区枣产业的发展瓶颈问题具有重要的经济和生态意义。

本研究调查了陕北地区延川、清涧、吴堡、佳县4个县主要种植枣树的15个镇60个行政村的枣园枣疯病、枣裂果病(脆熟期)的发病率和发病程度以及桃小食心虫的蛀果率,以期为准掌握陕北枣区重大病虫害的发生现状及后续制定治理策略提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 总体调查方案

根据陕北枣区枣树沿黄河岸种植及南北地区红枣成熟期相差6~10d的特点,设计了沿黄河从南(延川县乾坤湾镇雷家塬村36°18'N,110°20'E)向北(佳县通镇塬畔圪塔村38°12'N,110°27'E)的顺序调查。南北端相距212.74km,调查时间:2021年9月16日至2021年9月24日。在延川、清涧、吴堡、佳县4个县选取15个乡镇,每个乡镇随机选取1~6个行政村,共选取60个行政村(表1),每个行政村随机选取1块面积不小于1hm²的枣园为一个调查点,每个调查点调查枣疯病、枣裂果病以及桃小食心虫发生、危害情况的取样数见表1,详细记录调查点的经纬度,通过实地查验结合走访问询确定枣园的管理状态。

表 1 调查陕北枣区枣疯病、枣裂果病及桃小食心虫发生情况的采样点及样本量信息¹⁾

Table 1 Information of sampling location and sample size for investigating the occurrence of jujube witches'-broom, jujube fruit-cracking and *Carposina sasakii* in jujube area of Northern Shaanxi

县 County	乡镇 Township	村 Village	经纬度 Longitude and latitude	管理状态 Management status	样本量 Sample size		
					枣疯病/株 Jujube witches'-broom	枣裂果/个 Jujube fruit-cracking	桃小食心虫蛀果/个 Fruit-bored by PFM
延川 Yanchuan	乾坤湾镇	白家山村	36°42' N, 110°19' E	ILA	200(J=161; T=39)	104(J=84; T=20)	200(J=200)
		土岗村	36°41' N, 110°20' E	ILA	200(T=142; M=58)	200(T=180; M=20)	200(T=140; M=60)
		雷家塬村	36°18' N, 110°20' E	LA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	延水关镇	温家塬村	36°45' N, 110°21' E	ILA	200(T=182; M=18)	200(T=200)	160(T=160)
		王白家山村	36°50' N, 110°21' E	ILA	200(J=126; T=74)	200(J=80; T=120)	200(J=160; T=40)
		木株沟村	36°53' N, 110°20' E	LM	200(J=83; T=117)	200(J=100; T=100)	200(J=60; T=140)
		达连沟村	36°52' N, 110°19' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		庄头村	36°52' N, 110°23' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	眼岔寺乡	石克村	36°55' N, 110°21' E	LA	200(T=91; M=109)	200(T=60; M=140)	130(T=52; M=78)
		母家腰村	36°57' N, 110°16' E	ILA	200(T=8; M=192)	200(M=200)	200(T=20; M=180)
		杏山村	36°57' N, 110°18' E	LA	200(J=172; T=28)	200(J=200)	200(J=190; T=10)
		石板山村	36°52' N, 110°18' E	LM	200(J=33; M=167)	200(M=200)	200(J=60; M=140)
		扣家山村	36°58' N, 110°19' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
清涧 Qingjian	双庙河乡	龙坪村	37°00' N, 110°20' E	LA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		麻也塔村	37°01' N, 110°18' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		李家山村	37°01' N, 110°18' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		后惠家河村	37°03' N, 110°16' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	玉家河镇	前张家河村	37°03' N, 110°23' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		白家塌村	37°06' N, 110°25' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		李家崖村	37°04' N, 110°25' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		张家畔村	37°04' N, 110°27' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	高杰村镇	辛关村	37°04' N, 110°27' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		西家圪村	37°03' N, 110°28' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		麻家山村	37°08' N, 110°30' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	解家沟镇	黄家畔村	37°10' N, 110°31' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		南沟里村	37°10' N, 110°32' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		杏圪里村	37°11' N, 110°32' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	石盘乡	上坪村	37°15' N, 110°36' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		黄沙峁村	37°15' N, 110°37' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
吴堡 Wubu	寇家塬镇	刘家畔村	37°12' N, 110°22' E	LA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		李家沟村	37°31' N, 110°46' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		水游村	37°32' N, 110°46' E	LA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		横沟村	37°34' N, 110°46' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		下山畔村	37°36' N, 110°45' E	ILA	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
佳县 Jiaxian		冯家塬村	37°39' N, 110°46' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		刘家坪村	37°43' N, 110°41' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		李家坪村	37°44' N, 110°43' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		马蹄塌村	37°44' N, 110°39' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		北圪村	37°43' N, 110°39' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	坑镇	冉沟村	37°44' N, 110°44' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		冯家岔村	37°47' N, 110°34' E	ILA	200(T=42; M=158)	200(T=70; M=130)	200(M=200)
		关口村	37°47' N, 110°40' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		沙渠村	37°48' N, 110°39' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		张家岩村	37°50' N, 110°38' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	木头峪镇	前畔村	37°54' N, 110°35' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		杜家元村	37°52' N, 110°34' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		张家元村	37°54' N, 110°35' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	佳芦镇	峪口村	37°58' N, 110°30' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		谭家坪村	37°59' N, 110°31' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)

续表 1 Table 1(Continued)

县 County	乡镇 Township	村 Village	经纬度 Longitude and latitude	管理状态 Management status	样本量 Sample size		
					枣疯病/株 Jujube witches'-broom	枣裂果/个 Jujube fruit-cracking	桃小食心虫蛀果/个 Fruit-bored by PFM
佳县 Jiaxian	佳芦镇	南河底村	38°00' N, 110°30' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		小会坪村 1	38°04' N, 110°29' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		小会坪村 2	38°04' N, 110°29' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		大会坪村	38°05' N, 110°30' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		泥河沟村	38°12' N, 110°31' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	朱家孤镇	桑塬村	38°12' N, 110°31' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		马连湾村	38°12' N, 110°28' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		塬畔圪塔村	38°12' N, 110°27' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
	通镇	高家焉村	38°10' N, 110°25' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		张家坡村	38°10' N, 110°24' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		高家塬村	38°08' N, 110°23' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)
		通秦寨村	38°08' N, 110°23' E	LM	200(M=200)	200(M=200)	200(M=200)

1) LA: 撂荒; ILA: 初撂荒; LM: 人工管理; PFM: 桃小食心虫。最后 3 列中 J、T、M 分别表示‘骏枣’‘团枣’和‘木枣’。
LA: Land abandonment; ILA: Initial land abandonment; LM: Labor management; PFM: Peach fruit moth; J, T and M in the last three columns represent ‘Jun-jujube’ ‘Tuan-jujube’ and ‘Mu-jujube’, respectively.

1.2 调查方法

1.2.1 枣疯病发生程度及分布特点调查

每个枣园共调查 200 株枣树,各个调查点的枣树品种及对应的数量如表 1 所示。根据花器返祖、叶片黄化、小枝丛生、果实畸形等病症逐株观察枣树是否感染枣疯病,如有症状则参照刘孟军等^[18]的病情分级方法从病株、病园和病区水平分别进行分级。病株水平上的病情分级:0 级,整株无病枝;Ⅰ级,单株仅有 1~2 个小枝发病,其他枝条正常;Ⅱ级,病枝占单株总枝量的 25%以下,其他枝条正常;Ⅲ级,病枝占单株总枝量的 25%~50%,其他枝条正常;Ⅳ级,病枝占单株总枝量的 51%~75%,其他枝条正常;Ⅴ级,病枝占单株总枝量的 75%以上,病枝遍及整个树体,基本无正常枝条。病园水平上的病情分级也分为 5 级,为了叙述方便,设 X 为发病株数占某个枣园调查总株数的百分比, $X=0$ 、 $X<5\%$ 、 $5\%\leq X<20\%$ 、 $20\%\leq X<35\%$ 、 $35\%\leq X<50\%$ 和 $X\geq 50\%$ 分别表示 0、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ级。将乡镇所属的枣园称为一个病区,病区水平上枣疯病的病情分为 5 级,设 Y 为不同乡镇枣园的平均发病率, $Y=0$ 、 $Y<1\%$ 、 $1\%\leq Y<5\%$ 、 $5\%\leq Y<10\%$ 、 $10\%\leq Y<25\%$ 和 $Y\geq 25\%$ 分别表示 0、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ级。利用调查数据统计分析陕北枣区枣疯病的空间分布特征;通过线性拟合分析枣疯病发病率与枣园所处地理纬度之间的相关性。

1.2.2 枣脆熟期裂果程度及开裂特点调查

在枣脆熟期调查枣裂果的发生程度及不同品种的裂果方式。每个枣园选择 10 株枣树(每行随机选

取 2 株,共调查 5 行),记录枣树品种,在每株枣树的东、南、西、北 4 个方位的枝条上各随机选取 5 颗枣,共计 20 颗,每个枣园共调查 200 颗枣(部分老枣园、发病枣园枣树结果量少,无法达到取样要求,根据实际情况取样)。参照苑赞等^[19]的方法进行枣裂果病情分级。0 级,果面无裂痕;Ⅰ级,果面有 1 道裂口,长度不超过果实横径或纵径的 1/2,或者果面裂口细小、裂口面积不超过果面面积的 1/4;Ⅱ级,果面有 1 道裂口,长度超过果实横径或纵径的 1/2,或果面有 2 道裂口,长度不超过果实横径或纵径的 1/2,或果面裂口细小,裂口面积占果面面积的 1/4~1/3(包含 1/4 且不包含 1/3);Ⅲ级,果面有 2 道裂口,长度超过果实横径或纵径的 1/2,或果面有 3 道裂口,长度不超过果实横径或纵径的 1/2,或果面裂口细小,裂口面积达果面面积的 1/3~1/2(包含 1/3 且不包含 1/2);Ⅳ级,果面有 3 道裂口,长度超过果实横径或纵径的 1/2,或果面有 4 道裂口,长度不超过果实横径或纵径的 1/2,或果面裂口不规则,裂口面积达果面面积的 1/3~1/2(包含 1/3 且不包含 1/2);Ⅴ级,裂口面积超过果面面积的 1/2。参照卢艳清等^[20]的方法将枣裂果方式分为纵裂、环裂、纵裂+环裂、不规则裂 4 种,计算裂果率(裂果率=裂果数/调查总果数×100%)及枣果不同裂果方式所占的百分比。依据中国科学院资源环境科学数据中心收集的 2021 年延安市、榆林市所属县区 8 月—9 月降雨量数据,采用 ArcGIS 软件的可里金插值法进行空间插值,得到本次调查的 15 个乡镇所在区域的降雨量分布格局;随后在 GIS 中导入各个乡镇的经

纬度,获取位置,最终得到各个乡镇的降雨量数值。通过线性拟合分析枣裂果率与调查当年 8 月—9 月降雨量的相关性。

1.2.3 枣园桃小食心虫蛀果为害程度调查

调查脆熟期桃小食心虫的蛀果情况。每个枣园选取 10 株枣树(每行随机选取 2 株,共调查 5 行)并记录品种。在每株枣树的东、南、西、北 4 个方位的枝条上各连续摘取 5 颗枣,每个枣园共调查 200 颗枣(部分老枣园、发病枣园枣树结果量少,无法达到取样要求,根据实际情况取样)。标记采样地点、经纬度信息后带回实验室。由于 9 月下旬大部分桃小食心虫幼虫已脱果结茧滞育,将果面有羽化孔、果内有虫粪、有无幼虫的枣果均记录为桃小食心虫蛀果。在枣果中有极少量的苹褐带卷蛾 *Adoxophyes orana* Fischer von Roslerstamm 幼虫从裂果缝隙中钻入啃食,与桃小食心虫的为害症状有明显差异,在记录桃小食心虫蛀果时将其排除。根据调查数据计算每个枣园桃小食心虫的蛀果率。

1.3 数据统计与分析

使用 Excel 2010 录入数据,SPSS 23.0 软件进行数据统计分析。使用单因素方差分析(One-way analysis of variance, ANOVA)检验不同乡镇枣园枣疯病发病率、裂果率、桃小食心虫蛀果率的差异显著性,以及不同品种枣果的裂果率、裂果方式、桃小食心虫幼虫蛀果率之间的差异显著性。Student Newman Keuls 法(S-N-K)进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 枣疯病发生程度及分布特点

在调查的 60 个行政村中,偏南的延川县、清涧县所属的 30 个行政村的枣园均有枣疯病发生,平均发病率在 2.00%~61.00%。偏北的吴堡县、佳县所属的 30 个行政村枣疯病发病率相对较低,其中在冯家岔村等 11 个行政村的枣园中未发现枣疯病,其他 19 个行政村的平均发病率介于 0.50%~29.50%(表 2)。从病区水平分析,各乡镇枣疯病平均发病率在 0.17%~33.63%,也呈现南部重、北部轻的特点(表 2)。位于陕北偏南的乾坤湾镇、延水关镇、眼岔寺乡、双庙河乡、玉家河镇、高杰村镇、解家沟镇和石盘乡枣区的枣疯病在病区水平上的病情分级均达Ⅲ~Ⅴ级;偏北部的乡镇中,除吴堡县寇家塬镇、佳县佳芦镇的病情分级属于Ⅲ级外,其他 5 个镇的病情分级均属于Ⅰ~Ⅱ级。利用 R 语言通过线性拟合分析了枣园所处纬度与枣疯病发病率的相关关系,从图 1 可以看出,60 个行政村的枣疯病平均发病率与所处地理纬度成负相关关系($y = -17.171x + 654.83$, $P = 1.56 \times 10^{-8}$, $R^2 = 0.4209^{**}$)。此外,枣园水平枣疯病的发病率、病情分级与田间管理紧密相关,撂荒、初撂荒的枣园发病率、病情分级均较高,佳县等大多数人工管理的枣园枣疯病发病率较低,病情分级也相对较低。

表 2 陕北枣区枣疯病发病率及病情级别调查分析

Table 2 Investigation and analysis of incidence and grade of jujube witches'-broom in jujube region of Northern Shaanxi

乡镇 Township	村 Village	不同病级植株的病株率/% Percentage of plants with different disease levels					病园水平的 平均发病率/% Average incidence at the jujube orchard level	不同乡镇枣园 的平均发病率/% Average incidence of jujube orchards from different townships	不同乡镇枣园 的病情分级 Disease grading of jujube orchards in different townships
		I 级 Grade I	II 级 Grade II	III 级 Grade III	IV 级 Grade IV	V 级 Grade V			
乾坤湾镇 Qiankunwan town	白家山村	3.50	3.50	4.50	3.00	3.00	17.50	33.63±10.47	V
	土岗村	9.50	13.00	5.50	6.00	5.00	39.00		
	雷家塬村	6.00	12.00	16.00	11.50	15.50	61.00		
	温家塬村	2.50	4.00	3.50	4.00	3.00	17.00		
延水关镇 Yanshuiguan town	王白家山村	3.00	2.50	0.50	0.50	4.00	10.50	15.00±7.31	IV
	木株沟村	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00		
	达连沟村	2.50	10.50	6.00	6.50	10.50	36.00		
	庄头村	1.50	6.50	1.50	1.50	0.50	11.50		
眼岔寺乡 Yanchasi township	石克村	4.07	12.20	7.32	5.69	8.13	37.40	21.28±4.96	IV
	母家腰村	4.00	11.50	5.00	2.50	1.00	24.00		
	杏山村	4.50	2.00	2.50	2.50	4.00	15.50		
	石板山村	0.00	1.50	2.00	0.50	3.50	7.50		
	扣家山村	0.50	4.50	4.00	2.00	11.00	22.00		

续表 2 Table 2(Continued)

乡镇 Township	村 Village	不同病级植株的病株率/% Percentage of plants with different disease levels					病园水平的 平均发病率/% Average incidence at the jujube orchard level	不同乡镇枣园 的平均发病率/% Average incidence of jujube orchards from different townships	不同乡镇枣园 的病情分级 Disease grading of jujube orchards in different townships
		I 级 Grade I	II 级 Grade II	III 级 Grade III	IV 级 Grade IV	V 级 Grade V			
双庙河乡 Shuangmiaohetownship	龙坪村	0.50	3.00	0.00	0.00	1.50	5.00	17.25±5.88	IV
	麻也塔村	0.00	2.00	2.50	0.50	7.00	12.00		
	李家山村	0.50	3.50	6.50	4.50	17.50	32.50		
	后惠家河村	1.50	9.50	5.50	2.00	1.00	19.50		
玉家河镇 Yujiahetown	前张家河村	0.50	11.50	10.50	7.00	4.00	33.50	22.13±8.49	IV
	白家塌村	0.50	2.50	4.00	2.50	1.50	11.00		
	李家崖村	0.00	0.00	2.00	1.00	36.50	39.50		
	张家畔村	0.50	2.01	1.01	0.50	0.50	4.52		
高杰村镇 Gaojiectown	辛关村	1.00	4.50	2.00	3.00	2.50	13.00	12.16±1.36	IV
	西家孤村	1.00	4.00	1.00	1.50	2.00	9.50		
	麻家山村	0.00	4.50	2.00	3.50	4.00	14.00		
解家沟镇 Xiejiagoutown	黄家畔村	0.00	1.50	1.00	1.50	11.50	15.50	22.83±11.02	IV
	南沟里村	0.50	2.50	2.00	4.00	35.50	44.50		
	杏里村	2.50	3.00	1.00	2.00	0.00	8.50		
石盘乡 Shipantownship	上坪村	0.00	1.00	2.00	0.50	3.00	6.50	7.00±0.29	III
	黄沙岭村	1.00	0.50	2.00	1.50	2.00	7.00		
	刘家畔村	1.00	1.00	2.50	1.50	1.50	7.50		
寇家塬镇 Koujiayuantown	李家沟村	1.00	1.00	0.00	2.50	3.00	7.50	8.90±5.26	III
	水游村	0.50	0.50	0.00	1.50	1.00	3.50		
	横沟村	0.50	1.50	0.50	0.00	1.50	4.00		
	下山畔村	1.00	6.50	6.00	6.50	9.50	29.50		
	冯家塬村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
螳镇 Xizhentown	刘家坪村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90±1.81	II
	李家坪村	0.00	3.50	2.50	2.50	1.00	9.50		
	马蹄塌村	0.50	1.00	1.00	3.00	1.00	6.50		
	北孤村	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	3.00		
	冉沟村	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50		
坑镇 Kengzhen town	冯家岔村	1.00	1.50	0.00	0.50	2.00	5.00	2.88±1.39	II
	关口村	0.00	0.00	1.00	0.00	4.50	5.50		
	沙渠村	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	1.00		
	张家岩村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
木头峪镇 Mutouyutown	前畔村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16±1.16	II
	杜家元村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	张家元村	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	3.50		
佳芦镇 Jialutown	峪口村	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	6.43±2.83	III
	谭家坪村	0.00	1.50	1.00	0.00	0.00	2.50		
	南河底村	3.50	3.50	1.00	0.50	0.00	8.50		
	小会坪村 1	10.50	8.50	0.00	1.00	0.00	20.00		
	小会坪村 2	5.50	6.00	0.00	0.50	0.00	12.00		
	大会坪村	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50	1.00		
	泥河沟村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
朱家孤镇 Zhujiawatown	桑塬村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17±0.17	I
	马连湾村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	塬畔圪塔村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50		
通镇 Tongzhen town	高家焉村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00±1.00	II
	张家坡村	0.00	0.00	0.50	0.00	3.50	4.00		
	高家塬村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	通秦寨村	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

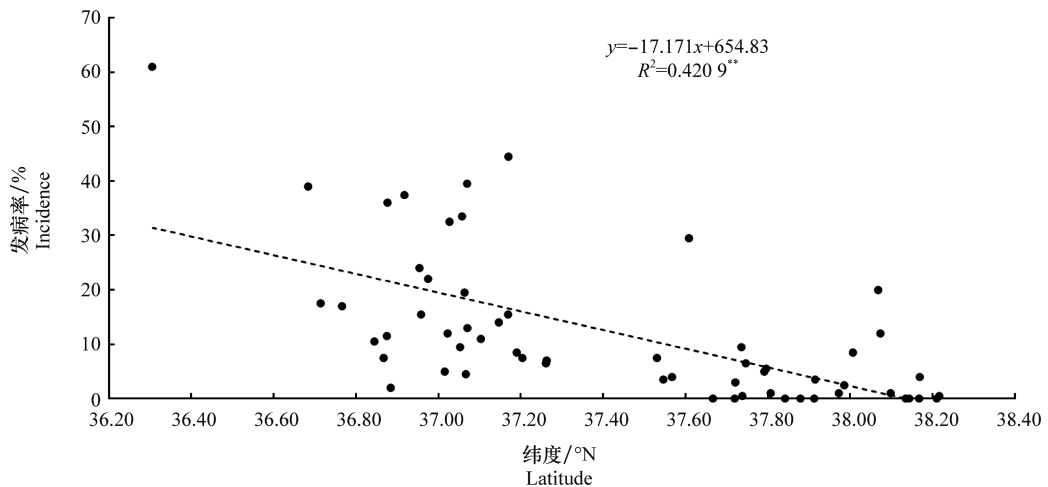


图 1 枣疯病发病率与枣园所处地理纬度的相关性分析

Fig. 1 Correlation analysis between incidence of jujube witches'-broom and geographical latitude of jujube orchards

2.2 枣裂果发生程度及开裂特点

枣脆熟期裂果病在陕北枣区发生普遍,各乡镇枣园枣果的平均裂果率在 10.33%~77.40%(表 3)。裂果病发病率和裂果程度从南部枣区向北部枣区逐渐递减。北端的佳县螳镇、坑镇、木头峪镇、佳芦镇、朱家坬镇、通镇枣果裂果率显著低于南端的延川县乾坤湾镇、延水关镇和眼岔寺乡所属枣园的裂

果率(表 3)。枣脆熟期裂果率与枣园所处地理纬度呈负相关关系($y = -46.511x + 1\,785$, $P = 2.20e^{-16}$, $R^2 = 0.751\,5^{**}$)(图 2);与当年 8 月—9 月的降雨量呈正相关关系($y = 0.477\,4x - 41.261$, $P = 4.33e^{-7}$, $R^2 = 0.868\,5^{**}$)(图 3),表明枣脆熟期间降雨量的不同是造成陕北枣区不同乡镇枣园枣裂果率存在差异的主要原因。

表 3 陕北枣区枣脆熟期裂果率及裂果程度调查¹⁾

Table 3 Investigation on the fruit cracking rate and cracking degree of jujube during crisp ripe period in jujube area of Northern Shaanxi

乡镇 Township	平均裂果率/% Average fruit cracking rate	不同级别的裂果所占百分比/% Percentage of cracking fruit with different grades					单因素方差分析 One-way analysis of variance
		I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	
		Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV	Grade V	
乾坤湾镇 Qiankunwan town	(72.55± 6.00)ab	(9.77± 1.64)BC	(31.86± 3.12)A	(36.60± 2.55)A	(16.27± 1.97)B	(5.49± 1.85)C	$F=35.54$, $df=4,19$, $P=0.000$
延水关镇 Yanshuiguan town	(75.25± 2.13)a	(5.82± 2.67)C	(28.16± 5.64)A	(29.93± 2.75)A	(23.65± 4.10)AB	(12.45± 4.81)BC	$F=6.31$, $df=4,19$, $P=0.003$
眼岔寺乡 Yanchasi township	(77.40± 4.76)a	(3.81± 0.89)C	(26.50± 1.42)B	(34.11± 3.51)A	(24.64± 1.82)B	(10.94± 3.20)C	$F=26.47$, $df=4,24$, $P=0.000$
双庙河乡 Shuangmiaohetownship	(67.50± 5.35)ab	(4.23± 2.35)B	(27.86± 4.97)A	(31.55± 3.20)A	(27.15± 5.08)A	(9.21± 2.53)B	$F=10.52$, $df=4,19$, $P=0.000$
玉家河镇 Yujiahetown	(68.75± 6.46)ab	(3.26± 0.97)B	(30.61± 5.74)A	(30.09± 3.65)A	(29.74± 3.95)A	(6.30± 1.91)B	$F=14.61$, $df=4,19$, $P=0.000$
高杰村镇 Gaojiecuntown	(71.50± 7.21)ab	(4.99± 0.76)B	(28.66± 3.08)A	(35.80± 5.33)A	(22.41± 4.17)A	(8.14± 4.01)B	$F=12.10$, $df=4,14$, $P=0.001$
解家沟镇 Xiejiaougutown	(50.67± 10.83)bc	(4.50± 1.79)C	(38.78± 7.60)A	(36.97± 2.80)AB	(17.90± 5.18)BC	(1.85± 1.05)C	$F=15.69$, $df=4,14$, $P=0.000$
石盘乡 Shipantownship	(40.33± 8.85)cd	(16.67± 4.50)B	(52.01± 9.08)A	(21.36± 8.59)B	(8.73± 1.76)C	(1.23± 0.83)C	$F=10.52$, $df=4,14$, $P=0.001$
寇家塬镇 Koujiayuantown	(28.40± 6.91)de	(11.46± 2.62)C	(53.80± 3.23)A	(28.18± 2.05)B	(6.18± 1.66)CD	(0.39± 0.39)D	$F=95.07$, $df=4,24$, $P=0.000$
螳镇 Xizhentown	(18.60± 4.65)de	(17.84± 3.33)B	(53.46± 5.19)A	(20.62± 4.66)B	(6.30± 2.58)C	(1.78± 0.85)D	$F=30.60$, $df=4,24$, $P=0.000$

续表 3 Table 3(Continued)

乡镇 Township	平均裂果率/% Average fruit cracking rate	不同级别的裂果所占百分比/% Percentage of cracking fruit with different grades					单因素方差分析 One-way analysis of variance
		I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	
		Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV	Grade V	
坑镇 Kengzhen town	(19.00± 6.26)de	(27.19± 9.71)B	(43.74± 2.34)A	(20.44± 5.81)BC	(5.54± 3.25)CD	(3.08± 2.57)D	$F=9.22, df=4, 19,$ $P=0.001$
木头峪镇 Mutouyu town	(13.67± 3.32)e	(12.89± 6.54)BC	(50.10± 6.43)A	(25.62± 4.29)B	(11.39± 4.57)BC	(0.00± 0.00)C	$F=14.81, df=4, 14,$ $P=0.000$
佳芦镇 Jialu town	(18.50± 1.69)de	(20.42± 4.70)B	(54.14± 6.12)A	(19.41± 3.17)B	(6.03± 2.69)C	(0.00± 0.00)C	$F=28.64, df=4, 34,$ $P=0.000$
朱家峁镇 Zhujiawa town	(10.33± 6.60)e	(36.01± 15.35)AB	(49.80± 14.06)A	(10.64± 10.64)BC	(3.55± 3.55)BC	(0.00± 0.00)C	$F=4.25, df=4, 14,$ $P=0.029$
通镇 Tongzhen town	(23.75± 4.94)de	(28.26± 7.77)B	(50.81± 6.16)A	(17.08± 3.43)BC	(3.42± 2.39)CD	(0.43± 0.43)D	$F=18.13, df=4, 19,$ $P=0.000$

1) 同列不同小写字母表示不同乡镇的枣园平均裂果率差异显著($P < 0.05$)。同行不同大写字母表示不同裂果级别枣果所占百分比差异显著($P < 0.05$)。

Different lowercase letters in the same column indicate that there are significant differences in average fruit cracking rate of jujube orchards in different townships ($P < 0.05$). Different capital letters in the same line indicate that there are significant differences in the percentage of cracking fruit with different grades ($P < 0.05$).

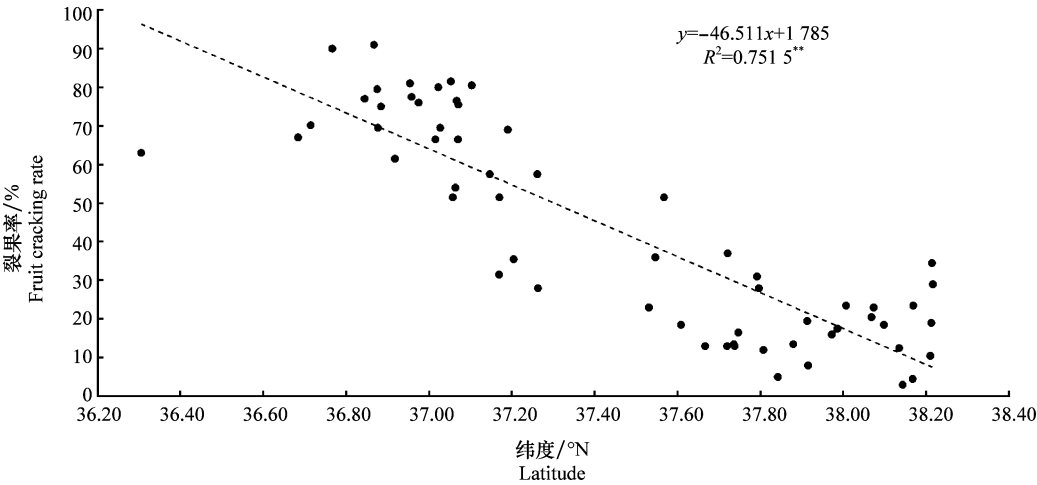


图 2 枣脆熟期裂果率与枣园所处地理纬度的相关性分析

Fig. 2 Correlation analysis between fruit-cracking rate of jujube in crisp ripe period and geographical latitude of planting area

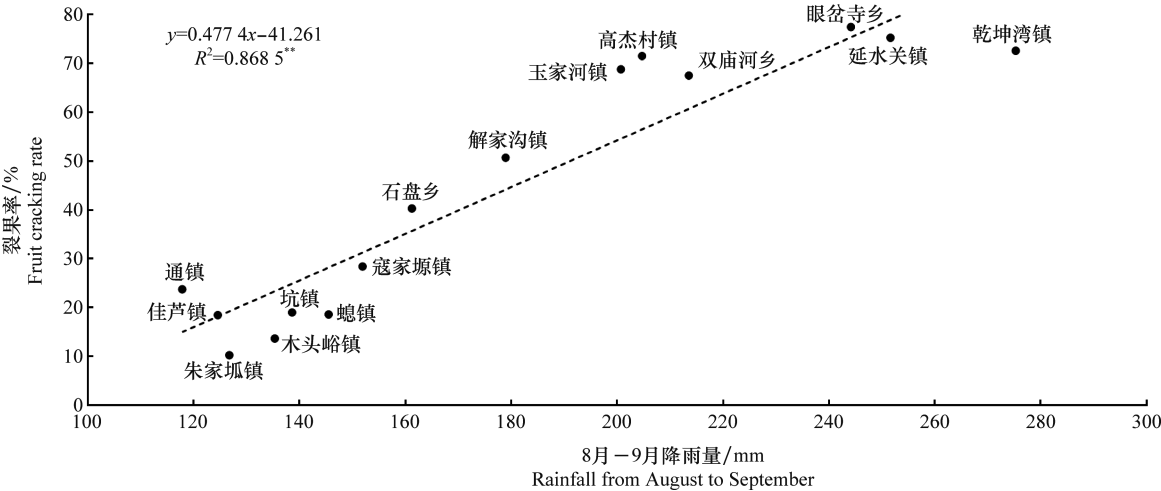
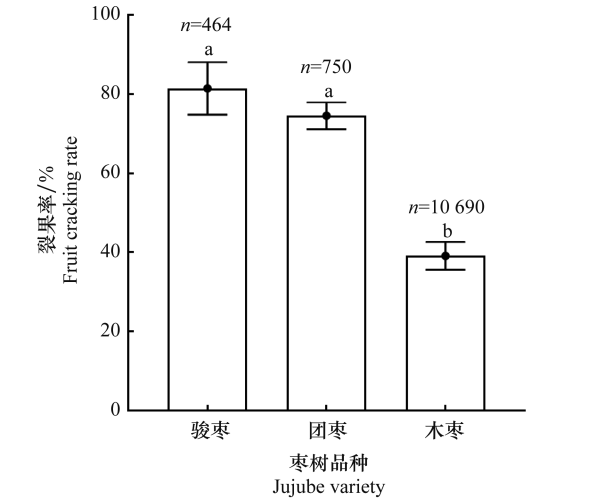


图 3 枣脆熟期裂果率与降雨量的相关性分析

Fig. 3 Correlation analysis between fruit-cracking rate and rainfall during crisp ripe period of jujube

不同品种的枣果裂果率存在显著差异,‘骏枣’和‘团枣’的裂果率显著高于‘木枣’的裂果率,但‘骏枣’和‘团枣’的裂果率无显著差异(图 4)。裂果方式上,‘骏枣’以纵裂和不规则裂为主,分别占总裂果数的 $(55.5 \pm 8.04)\%$ 和 $(37.50 \pm 12.50)\%$ 。‘团枣’以不规则裂占比最高,为 $(52.78 \pm 3.79)\%$,环裂 $[(26.19 \pm 5.44)\%]$ 次之,纵裂和纵裂+环裂相对较低,分别为 $(10.87 \pm 3.62)\%$ 和 $(13.01 \pm 3.22)\%$ 。‘木枣’以不规则裂 $[(54.19 \pm 1.90)\%]$ 和纵裂 $[(37.50 \pm 2.02)\%]$ 为主,发生环裂 $[(2.53 \pm 0.37)\%]$ 和纵裂+环裂 $[(5.79 \pm 0.99)\%]$ 的枣果数量显著低于不规则裂和纵裂的枣果数量(图 5)。



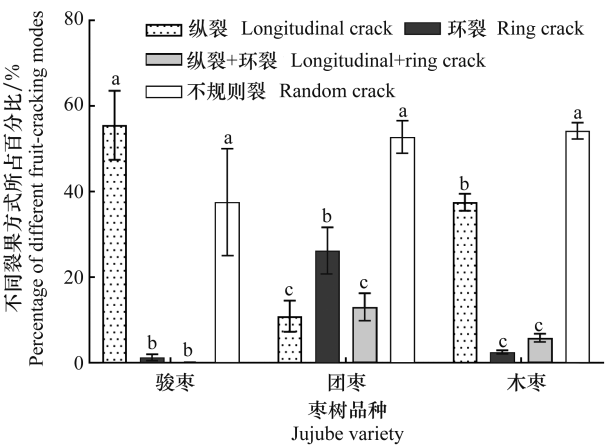
图中数据为平均值±标准误。柱上不同小写字母表示不同品种的枣果裂果率差异显著(S-N-K法多重比较, $P<0.05$)。n表示调查的每种枣果的数量
The data are mean±SE. Different lowercase letters on the bars indicate significant differences of fruit cracking rate among the various varieties (ANOVA following by S-N-K test; $P<0.05$). n represents the number of samples for each jujube fruit survey

图 4 不同品种枣果脆熟期裂果率

Fig. 4 Fruit-cracking rate of different varieties in crisp ripe period of jujube

2.3 桃小食心虫对枣果的蛀果率

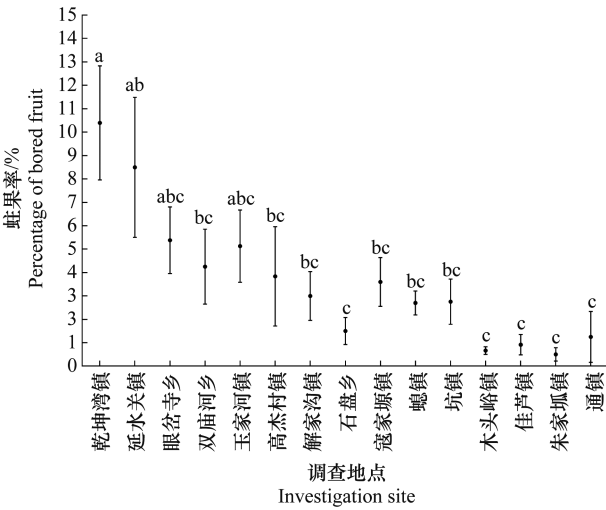
从枣脆熟期陕北枣区桃小食心虫的蛀果情况(图 6)可以看出,调查的 15 个乡镇枣园均有桃小食心虫为害,但蛀果率相对较低,介于 $0.50\% \sim 10.40\%$ 。除延川县乾坤湾镇、延水关镇所属枣园桃小食心虫蛀果率显著高于清涧县石盘乡,佳县木头峪镇、佳芦镇、朱家孤镇和通镇所属乡镇枣园的蛀果率外,其他乡镇之间桃小食心虫幼虫蛀果率差异不显著。通过走访调查发现无论是撂荒、初撂荒还是人工管理的枣园,枣树整个生长季均没有使用杀虫



图中数据为平均值±标准误。柱上不同小写字母表示同一品种枣果不同裂果方式之间差异显著(S-N-K法多重比较, $P<0.05$)
The data are mean ± SE. The different lowercase letters on the bars indicate significant differences in percentage of fruit with different fruit cracking modes for same variety (ANOVA following by S-N-K test; $P<0.05$)

图 5 枣脆熟期不同品种枣果的裂果方式比较

Fig. 5 Comparison of fruit-cracking modes of different jujube varieties in crisp ripe period



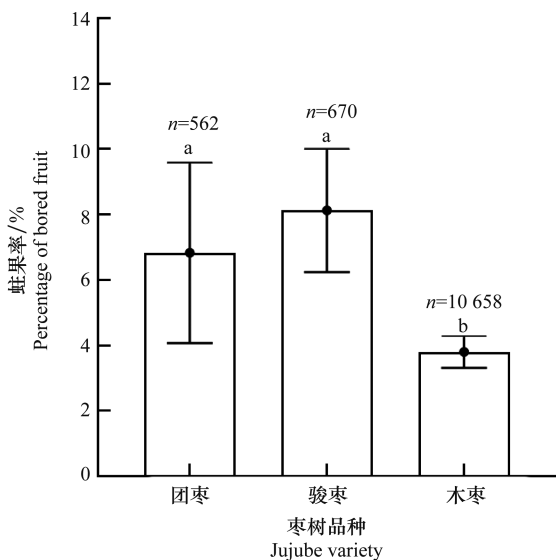
图中数据为平均值±标准误。误差棒上不同小写字母表示不同乡镇枣园桃小食心虫的平均蛀果率差异显著(S-N-K法多重比较, $P<0.05$)
The data are mean±SE. Different lowercase letters on error bars indicate significant differences in average percentage of bored fruit by C. sasakii in jujube orchards of different townships (ANOVA following by S-N-K test; $P<0.05$)

图 6 陕北枣区不同乡镇枣园桃小食心虫蛀果率

Fig. 6 Percentages of bored fruit by Carposina sasakii larvae in jujube orchards of different townships in Northern Shaanxi

剂防治桃小食心虫或其他枣树害虫,桃小食心虫在枣园属于自然发生。桃小食心虫幼虫对不同品种枣树枣果的蛀果率存在显著差异($F = 6.69, df = 2, 67, P = 0.002$),‘团枣’和‘骏枣’的平均蛀果率分别为 $(6.83 \pm 2.76)\%$ 和 $(8.13 \pm 1.89)\%$,显著大于

对‘木枣’枣果的蛀果率(3.80 ± 0.49)%(图 7)。



图中数据为平均值±标准误。柱上不同小写字母表示桃小食心虫幼虫对不同品种枣果的蛀果率差异显著(S-N-K法多重比较, $P < 0.05$)。n表示调查每种枣果的数量

The data are mean±SE. Different lowercase letters on the bars indicate significant differences in percentage of bored-fruit by *Carposina sasakii* larvae among different jujube varieties (ANOVA following by S-N-K test; $P < 0.05$). n represents the number of jujube fruits investigated

图 7 不同品种枣果中桃小食心虫幼虫蛀果率

Fig. 7 Percentages of bored fruit by *Carposina sasakii* larvae in different jujube varieties

3 结论与讨论

本研究沿黄河自南向北共调查了延川、清涧、吴堡、佳县所属的 15 个乡镇 60 个行政村枣树枣疯病的发生情况,发现枣疯病发病程度呈现从南向北逐渐减轻的分布特点,南部延川县乾坤湾镇发病最严重的枣园发病率高达 61.00%,而北部佳县所属的绝大部分枣园发病率在 5% 以下。通过构建枣疯病发病率与枣园所处地理纬度之间的回归方程发现,枣疯病发病率与地理纬度呈负相关关系,但目前尚无枣疯病发病程度与枣园所处地理纬度之间相关性的报道,两者之间的相关关系有待进一步研究。枣疯病主要依靠媒介叶蝉以及嫁接传播^[21-24]。田间管理质量与枣疯病的发病率、病情指数紧密相关^[12,25]。调查发现,偏南的延川县、清涧县 2/3 以上为初撂荒或撂荒枣园,园内病树和根蘖发病苗未能及时清除,加之园内杂草丛生利于叶蝉的生长和繁殖,致使枣疯病发病率较高;偏北的佳县所调查的 25 个行政村中,除坑镇冯家岔村的枣园初撂荒外,其他行政村的枣园均人工管理,枣疯病的发病率整体较低,规范的

田间管理是预防和控制枣疯病的主要措施。调查发现枣疯病发病轻微的枣园,几乎所有的病树分布于枣园外部靠道路一侧,且发病树与园中的其他树同时期种植并无嫁接等农事操作,推测初次传播主要是传病媒介叶蝉通过附着于运输车辆、人畜、其他苗木等方式进入进而扩散所致,对道路附近枣园枣疯病的发病情况应予以重点监测。

此次枣裂果病的调查涉及‘骏枣’‘团枣’和‘木枣’3 个品种,发现‘骏枣’和‘团枣’的裂果率显著高于‘木枣’,而‘骏枣’和‘团枣’的裂果率无显著差异,与前人研究结果基本一致。南娟等^[26]通过室内浸果诱裂试验测定了‘骏枣’‘赞皇枣’‘狗头枣’‘茶壶枣’‘梨枣’‘木枣’‘小木枣’‘马牙枣’‘晋枣’和‘油枣’10 种红枣枣果的抗裂性,发现‘骏枣’的裂果率最高(66.7%),‘木枣’和‘油枣’的裂果率最低(均为 33.3%);洪波等^[27]利用枣果浸泡试验分析了延安市佳县种植的‘佳县长枣’‘狗头枣’‘赞皇枣’‘骏枣’‘壶瓶枣’‘金丝小枣’‘圆铃枣’‘晋枣’‘灵宝枣’和‘木枣’10 个品种的抗裂性,发现将脆熟期的枣果浸泡 96 h 后,‘骏枣’的裂果率最高(93.3%),‘圆铃枣’裂果率最低(26.7%),‘木枣’为中等抗裂品种(裂果率 56.7%);高京草等^[28]发现‘骏枣’抗裂性最差(裂果率 68.4%)。‘木枣’是陕北枣区种植的主要品种,从前人的室内浸果诱裂试验和田间的抗裂种质评价来看,‘木枣’属于抗裂品种。近年来陕北枣区枣白熟期至完熟期的连阴雨也可诱发‘木枣’严重裂果,开发高效的抗裂药剂是今后研究的重点。从调查结果可以看出,陕北枣区枣裂果呈现南部重、北部轻的特点,偏南的延川县、清涧县所属乡镇枣裂果率在 40.33%~77.40% 之间,偏北的吴堡县、佳县所属乡镇枣裂果率在 10.33%~28.40% 之间,所调查的枣园均以‘木枣’为绝对优势种,部分枣园种植少量的‘骏枣’‘团枣’‘狗头枣’‘长木枣’‘赞皇枣’‘佳县长枣’等品种。造成陕北南北部枣区枣裂果差异的原因可能有:1)此次调查的枣园南北端相距约 212 km,尽管沿黄河从南向北利用 9 d 的时间消除了部分枣成熟度的差异,但仍存在枣果成熟度越高,裂果越严重的现象。因此,枣脆熟期成熟度不同是造成枣裂果率及裂果等级存在差异的原因。2)陕北枣区枣白熟期至脆熟期南北部降雨量不同,如位于南部的延川县乾坤湾镇、延水关镇和眼岔寺乡在 2021 年 8 月—9 月的降雨量分

别为 245.02、224.48 mm 和 174.92 mm,而位于北部的佳县螳镇、坑镇、木头峪镇、佳芦镇、朱家峁镇和通镇在此时段的降雨量仅为 117.85~145.50 mm,枣裂果率与 8 月—9 月份降雨量呈明显的正相关关系($R^2=0.868\ 5$),推测枣白熟期至完熟期降雨量的不同是导致陕北枣区南北部裂果率存在差异的主要原因。

桃小食心虫是钻蛀为害枣树的重要害虫。甘肃陇东地区老枣园桃小食心虫的蛀果率最高达 59%^[29],山东枣庄山地枣园蛀果率高达 50%^[30],陕北枣区部分枣园蛀果率在 30%~50%,严重者高达 80%^[31]。桃小食心虫在我国北方果园年发生 2~3 代^[32-35],其中在陕北地区年发生 2 代^[36]。桃小食心虫以老熟幼虫结茧越冬,越冬代成虫 5 月下旬开始羽化出土,但出土时间极不整齐,最长可达 2 个月,降雨决定了越冬代成虫羽化持续的时间,出土高峰期往往随降雨出现若干次^[37-38]。本研究仅调查了陕北枣区枣脆熟期桃小食心虫的蛀果情况。延川县、清涧县、吴堡县、佳县所属 15 个镇的枣园平均蛀果率最高为 10.40%,最低为 0.50%,明显低于前人的调查结果,造成此结果的原因可能有两方面,一是 2021 年 5 月—7 月陕北地区发生了 25 年来最严重的旱情,越冬代成虫羽化期严重缺少降水导致成功羽化的成虫基数偏低,影响了一代幼虫的种群数量,因此蛀果率偏低;二是枣果被桃小食心虫幼虫钻蛀以后,随着幼虫生长及取食的不断加剧,部分枣果在枣白熟期或脆熟期之前脱落,可能也是桃小食心虫蛀果率偏低的原因。

参考文献

- [1] 刘孟军,王玖瑞,刘平,等. 中国枣生产与科研成就及前沿进展[J]. 园艺学报, 2015, 42(9): 1683-1698.
- [2] 谢学军,金东艳,戴俊生,等. 红枣产业发展情况调研报告[J]. 中国农村科技, 2021(10): 54-57.
- [3] 陕西省统计局. 2020 年陕西省水果产业发展现状分析[R]. (2021-08-21) [2021-10-30]. <https://www.chyxx.com/industry/202108/969928.html>.
- [4] 尹欣,刘亚令,杜艺璇,等. 不同防裂处理对壶瓶枣果实发育及品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2020, 54(4): 582-588.
- [5] 傅明洋,王磊. 德州金丝小枣裂果原因及综合防治措施[J]. 落叶果树, 2015, 47(6): 66-67.
- [6] 胡亚岚,王晓玲,毛永民. 不同喷施物对婆枣裂果指标及果实内在品质的影响[J]. 北方园艺, 2013(21): 30-32.
- [7] 袁国军,宋宏伟,卢绍辉,等. 避雨栽培对新郑早红枣裂果及果实品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(10): 155-156.
- [8] 陈妮,刘永光,仇平平,等. 山东省枣疯病病原体的鉴定及分子变异分析[J]. 植物病理学报, 2015, 45(2): 113-120.
- [9] 韩剑,罗明,徐金虹,等. 南疆红枣产区枣疯病发生现状及主导因子分析[J]. 生物安全学报, 2017, 26(1): 80-86.
- [10] 李正刚,余小漫,汤亚飞,等. 广东枣疯病病原体的鉴定[J]. 植物病理学报, 2019, 49(2): 281-282.
- [11] 吴宽,田小曼. 陕西枣疯病发病规律与苗木带病检测[J]. 西北农业学报, 2019, 28(5): 809-814.
- [12] 郝新迪,路瑾瑾,代丽珍,等. 6 个枣品种枣疯病抗性与枣疯植原体迁移特性差异研究[J]. 果树学报, 2021, 38(4): 560-568.
- [13] 李继东,陈立川,王会鱼,等. 枣疯病发生机制与防治研究进展[J]. 河南农业大学学报, 2021, 55(1): 1-7.
- [14] 李爱华,张勇,张辉,等. 枣园桃小食心虫的发生动态及生防技术研究[J]. 中国果树, 2012(2): 53-56.
- [15] 郝文乾,马萌,尹河龙,等. 枣园桃小食心虫诱捕量与温、湿度的关系[J]. 山西农业科学, 2014, 42(9): 994-998.
- [16] 冯晓洁,杨忠妍,李靖宇,等. 枣园桃小食心虫防治阈值的研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(34): 187-192.
- [17] 张勇,刘正兴. 阿克苏地区枣园桃小食心虫发生规律及防控措施[J]. 农村科技, 2018(4): 38-39.
- [18] 刘孟军,赵锦,周俊义. 枣疯病病情分级体系研究[J]. 河北农业大学学报, 2006, 29(1): 31-33.
- [19] 苑赞,卢艳清,赵锦,等. 枣抗裂果种质的筛选与评价[J]. 中国农业科学, 2013, 46(23): 4968-4976.
- [20] 卢艳清,赵锦,刘孟军. 果树裂果研究进展[J]. 河北林果研究, 2008, 23(2): 200-205.
- [21] 王焯,于保文,周佩珍,等. 枣疯病传病昆虫研究(I)传病昆虫—中国拟菱纹叶蝉[J]. 植物病理学报, 1981, 11(3): 27-31.
- [22] 王焯. 凹缘菱纹叶蝉对枣疯病的传播[J]. 山西果树, 1982(3): 58-59.
- [23] HAN S, CHA B. Genetic similarity between jujube witches'-broom and mulberry dwarf phytoplasmas transmitted by *Hishimonus sellatus* Uhler [J]. The Plant Pathology Journal, 2002, 18(2): 98-101.
- [24] LA Y, WOO K S. Transmission of jujube witches'-broom mycoplasma by the leafhopper *Hishimonus sellatus* Uhler [J]. Journal of Korean Society of Forest, 1980, 48(1): 29-39.
- [25] 田国忠. 枣疯病的预防和治疗策略研究[J]. 林业科技通讯, 1998(2): 14-16.
- [26] 南娟,汪有科,李晓彬,等. 陕北不同品种红枣裂果比较及抗裂剂研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(3): 181-187.
- [27] 洪波,张锋,刘梦龙,等. 佳县不同品种红枣抗裂性比较研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(22): 89-93.

施药,既要保证充足光照有利于乙羧氟草醚与乳氟禾草灵的药效发挥,也要避免中午高温天气造成此类除草剂药害。综上所述,通过“一封二杀三补”的防治策略,可以有效解决半夏田杂草防除问题。

需要注意的是,乳氟禾草灵与乙羧氟草醚同属二苯醚类除草剂,作用靶标均为原卟啉原氧化酶,若长期单一使用易造成杂草抗药性风险^[9],因此,科研单位或企业应加强不同作用机理除草剂的复配技术研究及新型、安全、高效半夏田除草剂研发,为生产上提供更多药剂选择,切实有效解决半夏田草害问题,促进半夏产业健康可持续发展。

参考文献

[1] 曾令祥,李德友. 贵州地道中药材半夏病虫害种类调查及综合防治[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(1): 92-95.

(上接 327 页)

[28] 高京草,王长柱,高华. 影响枣裂果因子的研究[J]. 西北林学院学报, 1998, 13(4): 23-27.

[29] 张玉琴,张玉霞. 陇东枣园桃小食心虫发生危害现状及无公害防治[J]. 中国果树, 2016(2): 51-54.

[30] 杨宁. 山东枣庄山地枣园桃小食心虫的发生规律及防治措施[J]. 果树实用技术与信息, 2016(1): 31-33.

[31] 陈孝达,李宽胜,王鸿哲,等. 桃小食心虫及其性诱剂在防治上的应用[J]. 陕西林业科技, 1992(2): 56-59.

[32] 仇贵生,张怀江,闫文涛,等. 桃小食心虫发生规律新动态的初步探讨[J]. 山西农业科学, 2010, 38(7): 94-96.

[33] 郝宝峰,许长新,贺丽敏,等. 冀东桃小食心虫发生规律及其防治研究[J]. 河北农业科学, 2011, 15(4): 19-22.

(上接 339 页)

[12] 陈立涛,马继芳,王梅娟,等. 河北馆陶首次发现劳氏黏虫为害穗期夏玉米[J]. 中国植保导刊, 2020, 40(5): 50-51.

[13] 作均祥,宋梁栋,王太泉,等. 陕西关中玉米田首次发现劳氏粘虫及其在局地危害性调查[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(12): 31-34.

[14] 段云,李慧玲,陈琦,等. 粘虫田间种群的室内饲养研究[J]. 应用昆虫学报, 2018, 55(5): 870-874.

[15] 黄芊,蒋显斌,凌炎,等. 劳氏粘虫在 4 种寄主植物上的生长发育和繁殖[J]. 华南农业大学学报, 2018, 39(3): 48-53.

[16] 郭松景,李世民,马林平,等. 劳氏粘虫的生物学特性及危害规律研究[J]. 河南农业科学, 2003(9): 37-39.

[17] 胡久义,樊春艳,蒋兴华,等. 暴发性害虫玉米劳氏粘虫发生规律和综合防治[J]. 河南农业, 2007(9): 15.

[18] 郭松景,李世民,马林平,等. 劳氏粘虫幼虫在玉米田的空间分布及抽样技术研究[J]. 河南农业大学学报, 2001, 35(3):

[2] 王彩云,侯俊,王永,等. 黔西北优质半夏种源筛选[J]. 北方园艺, 2019 (7): 133-138.

[3] 陈铁柱,薛朝金,许文艺,等. 赫章半夏土壤环境质量分析与评价[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(3): 713-714.

[4] 赵训焕,郑福安. 半夏人工栽培中除草剂的应用研究[J]. 中药材, 1992, 15(5): 9-11.

[5] 王鑫,原向阳,郭平毅,等. 15 种叶面处理除草剂对 6 种中药材的药害症状观察[J]. 山西农业科学, 2012, 40(1): 60-64.

[6] 李西文,马英鹏,马小军,等. 不同种除草剂在半夏种植中的初步筛选及其应用研究[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(10): 1943-1944.

[7] 蒋立昶,潘炳文,李光胜,等. 乙草胺防除半夏芽前杂草效果好[J]. 植物保护, 1996, 22(3): 26.

[8] 叶照春,兰献敏,冉海燕,等. 5 种土壤处理除草剂对半夏田杂草防除效果[J]. 农药, 2021, 60(2): 139-142.

[9] 李君君,戴玲玲,黄文化,等. 原卟啉原氧化酶抑制剂的作用机制及抗性进展[J]. 农药, 2019, 58(10): 6-10.

(责任编辑: 田 喆)

[34] 田宝良,马春森,孔德仓,等. 不同果园中主要食心虫种群监测与防控技术[J]. 植物保护学报, 2012, 39(1): 7-12.

[35] 陈川,安克江,杨美霞,等. 苹果桃小食心虫发生规律研究[J]. 农学学报, 2015, 5(11): 36-39.

[36] 陈秀琳,陈玉鑫,包琳杰,等. 延安地区苹果园食心虫种类及其种群消长动态调查[J]. 植物保护, 2021, 47(2): 219-225.

[37] 花蕾,沈宝成,高峰. 陕北红枣桃小食心虫发生规律的研究[J]. 山西农业科学, 1991(5): 26-28.

[38] 陈丽慧,谭树乾,刘彦飞,等. 桃小食心虫成虫种群动态监测与防治指标[J]. 植物保护学报, 2018, 45(4): 716-723.

(责任编辑: 田 喆)

245-247.

[19] FENG Hongqiang, WU Kongming, CHENG Dengfa, et al. Radar observations of the autumn migration of the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) and other moths in northern China [J]. Bulletin of Entomological Research, 2003, 93(2): 115-124.

[20] 孙金如. 粘虫蛾卵巢发育交配状况与迁飞关系的初步分析[J]. 北京农业科学, 1990(4): 8-10.

[21] HIRAI K, SANTA H. Comparative physio-ecological studies on the armyworms, *Pseudaletia separata* Walker and *Leucania loreyi* Duponchel (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Bulletin of the Chugoku National Agricultural Experiment Station, 1983, 21: 55-101.

[22] 秦建洋,兰建军,张蕾,等. 劳氏粘虫幼虫和蛹过冷却点及结冰点的测定[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(8): 33-38.

(责任编辑: 田 喆)