

核桃腐烂病研究进展

王 瀚¹, 卓平清¹, 王让军¹, 王明霞²

(1. 陇南师范高等专科学校农林技术学院/陇南特色农业生物资源研究开发中心, 甘肃 陇南 742500; 2. 成县核桃科技服务中心, 甘肃 陇南 742500)

摘 要:核桃腐烂病是危害核桃树枝干树皮的一种严重病害, 病原菌以菌丝体或分生孢子器在病部越冬, 翌年产生分生孢子, 借风、雨水和昆虫等传播, 春秋两季为发病高峰期, 空气湿度大时, 产生大量分生孢子, 进行多次侵染危害, 给核桃产业发展造成了严重危害。本文就核桃腐烂病的病原、寄主及发病症状、致病因素及防治方法等进行综述, 以期为进一步防治该病提供参考。

关键词:核桃; 核桃腐烂病; 研究进展

中图分类号:S664.1 **文献标识码:**A

文章编号:2096-5877(2019)03-0023-05

Progress of Researches on the Canker Disease of Walnut

WANG Han¹, ZHUO Pingqing¹, WANG Rangjun¹, WANG Mingxia²

(1. College of Life Science, Longnan Teacher's College /Center for Research of Longnan Characteristic Agricultural Bio-resources, Longnan 742500; 2. Walnut Service Center of Science and Technology of Chengxian County, Gansu Province, Longnan 742500, China)

Abstract: Walnut canker disease has become one of important diseases which injury bark of walnut branches. The fungi overwinters at the disease part in mycelia or pycnidia. In the spring, conidiospore emergence, which spread with the aid of wind, rain and insects. The disease occurs mainly in the spring and autumn. Large amount of conidiospore are released when the air humidity is heavy. It may infect several times in a year, so it do serous harm to the development of walnut production. In this paper, the pathogens, host, pathogenic factors and the measures of prevention of walnut canker disease were reviewed. This will provide reference for further prevention of this disease.

Key Words: Walnut; Walnut canker disease; Research progress

核桃(*Juglans regia* Linn.), 又称胡桃、羌桃、合桃、益智果、万岁子、长寿果等。属胡桃科胡桃属植物, 与扁桃、腰果、榛子并称为世界著名的“四大干果”。核桃仁是一种集蛋白质、脂肪、纤维素、维生素等营养要素于一身的优良干果类食品, 营养丰富, 经济价值高^[1]。在我国, 云南是核桃主产大省, 截至2016年, 核桃面积已达285万hm²、产量102万t、产值305亿元, 产量、面积均位居全国第一^[2]。甘肃省陇南市是甘肃省乃至西北重要的核桃产区, 据统计, 核桃种植已居全国第

二, 核桃产业已成为陇南市重要的农村经济来源, 也是全市重点支持的特色富民产业之一^[3]。核桃腐烂病是由致病性真菌导致的一种枝干病害。该病主要危害枝干的皮层, 由于病原菌的侵染, 通常会造成韧皮部的腐烂, 对树体的营养吸收造成阻碍, 严重影响树势和产量^[4]。在全国许多重要的核桃产区, 该病危害异常严重。

1 病原菌的多样性

微生物病害的病原菌确定具有一定的复杂性, 主要原因是病原微生物的变异性较强。多数文献报道核桃腐烂病病原菌属于半知菌亚门, 半知菌亚门属于有性阶段尚未发现的一类真菌。该类病原菌通常在无性繁殖时会产生大量分生孢子, 分生孢子在一个季节中会发生多次侵染。该类病害的发生一般为多种病原菌的复合感染, 通

收稿日期: 2018-12-02

基金项目: 甘肃省高等学校科研项目(2017A-257); 甘肃省委组织部陇原青年创新人才项目(2015-10)

作者简介: 王 瀚(1975-), 男, 教授, 博士, 研究方向为植物微生物防治。

常在病斑部位会有大量的腐生细菌存在。

据报道,核桃腐烂病病原具有多样性,目前普遍认同的病原为 *Cytospora juglandicola* Ell et Barth, 属于半知菌亚门^[5]。黄治民等研究报道该病原为 *Cytospora juglandis* (DC.) Sacc.^[6-7], 属半知菌亚门、壳囊菌属, 马荣等报道其病原菌为 *Cytospora chrysosperma*^[8]。郭开发等^[9]分离鉴定出新疆核桃腐烂病病原为金黄壳囊孢菌(*Cytospora chrysosperma*)。岳朝阳等报道其病原菌为 *Cytospora* sp.^[10-13]。综合文献报道, 应该肯定的是其病原为半知菌亚门壳囊菌属(*Cytospora*)真菌。但是, 也有不同属病原的报道, 张海军等^[14]分离并通过分子鉴定的菌株为茎点霉属(*Phoma* sp.)。究其病原多样性的原因, 一方面是研究者仅关注常见病原的鉴定, 另一方面, 较早的病原鉴定方法主要是以菌落及菌丝的形态鉴定为主。目前, 以分子鉴定为主的方法保证了鉴定的科学性。

2 感染寄主后常见的发病症状

核桃腐烂病主要危害枝干树皮, 因树龄和感病部位不同发病症状也不同, 大树主干开始发病时, 因树皮较厚, 症状隐藏在韧皮部, 当病斑扩展致皮层纵裂流出黑水时, 会出现明显的溃疡症状; 幼树主干或侧枝染病, 病斑初近梭形, 暗灰色, 水渍状, 稍隆起, 用手按压流有泡沫状液体, 病皮变褐有酒糟味, 后病皮失水下陷, 病斑上散生许多小黑点, 即病菌分生孢子器, 湿度大时, 小黑点上涌出橘红色胶质丝状分生孢子角。病斑扩展致树干皮层纵裂流出黑水, 当病斑环绕树干一周时枝条枯死; 枝条染病后, 发病初期出现失绿, 树皮与木质部逐渐分离, 导致枝条干枯。

核桃树感染该病后, 首先会影响到树干的韧皮部, 由于韧皮部是植物输送营养物质的重要通道, 因此感染严重时会导致寄主死亡。更严重的是, 表层一般看不出来, 当发现皮下出现黑色黏稠的液汁时, 皮下已扩展数厘米以上的病斑。按压病斑部位, 能闻到酒糟味, 之后皮下出现分生孢子器, 当湿度较大时, 会出现桔红色的胶质丝状分生孢子角^[15]。这些孢子角继而产生大量分生孢子, 极易扩散, 因此, 对于核桃产区, 危害异常严重。

3 发病规律

河北等地4月初开始发病^[16]。每年的4~9月空气相对湿度较大时, 新形成的分生孢子器会分泌出橘红色胶质丝状分生孢子角, 产生大量香蕉状、细小、无色的分生孢子, 分生孢子通过自然因素如风力、雨水和昆虫等进行传播, 从修剪、虫害、冻害等造成的各类伤口侵入, 逐渐扩展蔓延。当空气湿度大时, 产生大量的分生孢子, 进行多次侵染危害, 直到越冬前停止侵染, 病菌以菌丝体或分生孢子器在病部越冬, 第二年春天气温回暖, 环境适宜时, 逐渐开始侵染活动。春秋两季为发病高峰期, 特别是在4月中旬至5月下旬危害最重。

3.1 不同栽培品种树龄与腐烂病的发生

核桃是我国各地普遍栽植的果树, 目前品种繁多。但是, 由于各地的气候及物候存在显著差异, 不同的品种适应不同生长环境的能力不同。因此, 其休眠期及休眠前后生长期的时间抗病能力均存在一定差异。据研究, 核桃腐烂病发生的普遍率、严重度和病情指数与其物候期及生育期均呈显著相关性, 其中, 与生育期呈显著正相关^[17]。因此, 对于不同核桃品种, 由于其上述生长周期存在差异, 其腐烂病的发生也存在差异。随着树龄的增加, 当从营养生长向生殖生长转变时, 由于营养分配的不均衡, 可能导致树体抗病能力下降, 导致腐烂病的发生。

3.2 不同栽培品种的抗冻性与腐烂病的发生

不同的核桃品种, 其抗冻能力也存在一定的差异, 抗冻能力的强弱直接影响到核桃腐烂病的发生。我国北方地区经常存在倒春寒和晚霜冻害现象。王一峰等^[18]对陇南成县栽植的6个主栽品种的抗冻性进行调查, 发现早实性核桃陇南755在6个调查品种中侧芽和雌花的冻害程度最低, 可以作为选育新品种的重要种质资源。但是, 这些品种之间的抗冻能力与腐烂病的发生是否存在正相关, 目前尚未见任何报道。

3.3 不同栽培品种的光适应性及腐烂病的发生

不同的核桃品种具有不同的光适应性, 马艺杰等^[19]对甘肃陇南地区的11个主栽核桃品种进行光强适应性研究, 根据光合效率整体排序为: ‘维纳’>‘元丰’>‘陕核5号’>‘强特勒’>‘温185’>‘西洛3号’>‘香玲’>‘清香’>‘契可’>‘西洛2号’>‘京861’。对强光适应性较弱的品种, 当冬季低温状态下, 光抑制现象最易发生, 由此推测,

抗腐烂病的能力随之下降。但是否存在正相关,尚无文献报道。

4 致病因素分析

4.1 矿质营养元素与腐烂病的发生

植物对矿质营养元素的吸收,是植物保障其正常生命活动的一项重要生理过程。研究表明,植物体内的矿质元素与植物的细菌、真菌病害有直接的联系,矿质元素可以通过调节植物的生长方式、影响其解剖及生理学特性以不断适应外界环境的变化,从而通过表皮层加厚或硅质化、木质化增强等方式来提高植株的抗病性。核桃腐烂病的发生,与这些矿质元素的变化有相关性。当植物体内营养元素发生量的紊乱时,会出现各种类型的症状^[20-24]。为了探讨矿质元素与核桃腐烂病之间的关系,冯雷等^[25]通过健康、轻度、中度和重度发病植株作为实验材料,分别测定了3年生枝条韧皮部的C、N、K元素的含量和土壤养分的异同。研究表明,当控制N/K的比例小于1.65、P/K比例小于0.28时,可有效防治该病的发生。

4.2 同化物的输送与腐烂病的发生

植物的韧皮部是植物同化产物在植物体内长距离输送的重要部位。植物在同化物运输过程中,韧皮部的维管束之间的相互隔离会造成对同化物分配的限制,由不同维管束连接的器官之间没有同化物交换,同化物往往会直接输送分配至与其直接相连接的根部^[26]。研究发现,核桃腐烂病在成年和老龄树干发病后,病斑往往会在皮层下破坏韧皮部,在皮下不断发展,最终导致皮层向外溢出黑色黏稠的液体。因此,当腐烂病局部发生后虽未蔓延至整圈树干,但对于发病一侧植物根对营养物质的吸收造成影响。另外,由于韧皮部遭受严重破坏,树体同化物的输送变得异常困难,这也进一步影响树势,这也是腐烂病发生与加重的一个重要因素。

4.3 气温与腐烂病的发生

气温常会影响到植物的水分代谢,不同的温度环境也会影响到微生物病原的作用。当强光照达到一定阈值后,会导致作物的光合速率下降,会出现光抑制现象。低温使得与核桃树光合作用有关的酶活性下降,持续的强光日灼也往往会造成该植物光合系统的退化,进而使核桃树抵御低温的能力下降,当持续低温天气出现时,会

引发核桃腐烂病。

刘正兴等^[27]发现,冬季持续的低温冻害,易造成核桃树树势减弱,致使树体营养失调,造成来年核桃腐烂病的发生。在阿克苏地区,核桃腐烂病的平均发病率在10%~25%,严重的核桃园发病率在30%以上。另外,冬季的低温日灼造成树皮干裂形成层受损引发树势衰弱,是造成核桃发生腐烂病的另外一个重要诱因。刘广平等^[28]利用“辽宁1号”等6个核桃品种,发现核桃腐烂病的发病处伴有低温日灼现象。

岳朝阳等^[10]在核桃腐烂病病原菌与低温环境关系的研究中发现,菌种的低温、低温处理时间和接种菌饼直径均为直接影响核桃腐烂病发生的重要因素,其主要原因是,核桃腐烂病病原菌属于一种弱寄生菌,具有潜伏特性,当在健壮的植株上时,其发病率较小,当受到冻害等极端生态因子的影响后,树体的抗病能力下降,造成树体衰弱,则会使潜伏的病菌转为致病状态,从而导致病害的发生。

4.4 其他病害的影响

植物细菌、真菌性病害的发生,并非由单一的病原引发。通常情况下,细菌的不断繁殖为真菌性病害的发生营造了一个较好环境。多种病原共同寄生、互相作用也是造成核桃腐烂病发生的另外一个重要诱因。由于低温干灼的影响,使得核桃树干表皮破裂,也为其病原潜伏创造了条件。病菌从伤口进入后,逐渐转入到皮层组织,分泌毒素,致使周围细胞死亡。另外,该病菌丝及分生孢子器在病枝上潜伏越冬,春季气温回暖后产生分生孢子,借风、雨、昆虫等广泛传播^[29]。由于病菌的多次侵染以及多种病原菌的综合作用,使得树体衰弱抗病力下降,进而加剧了腐烂病的发生。

5 防治措施

5.1 物理防治

物理方法防治核桃腐烂病,具有高效、无污染等特点,臭氧是一种强氧化剂,能够有效杀灭细菌、真菌等微生物^[30]。严海峰^[31]通过将臭氧和植物油结合产生臭氧化油,利用该油作为载体有效克服了臭氧不稳定、易挥发的特性。利用其实施综合防治效果良好。与多种化学农药防治核桃腐烂病效果对比,臭氧化油防治效果达95%以上,

比化学农药防效高 20% 以上。病斑的愈伤组织愈合也较快。

5.2 化学防治

农药防治是核桃腐烂病防治使用率较高的方法。通常使用常见杀真菌剂并配合相应的抗生素来综合防治。常用的有辛菌胺 50 倍液、农用链霉素 3 500 倍液、治腐专家原药、40% 福美肿 100 ~ 200 倍液、甲基托布津、高浓度烧碱^[32-34]。

5.3 生物防治

利用微生物之间的拮抗作用来实现病原菌的综合防治,是目前公认的具有较大利用价值的防治方法,符合绿色防治理念。张晶晶等^[35]通过 PDA 培养基对新疆核桃腐烂病拮抗菌进行分离,然后利用对峙实验法测试其拮抗能力,共获得 7 株优质高效的拮抗细菌,具有重要的开发利用价值。

6 研究展望

发展核桃产业已成为全国各地山区农民致富的重要途径^[36]。报道显示,核桃腐烂病危害异常严重。目前,人们对于该病发生的规律及传播途径已研究的较为清楚,其主要病原为半知菌亚门的壳囊孢属(*Cytospora*)相关真菌。该病传统的防治方法主要以化学防治为主。在绿色防控理念的指导下,认知真菌的传播规律,积极采取以预防为主措施既可以减轻环境危害,也可以切断病原快速传播的途径。目前,随着绿色农业的兴起,国家鼓励和倡导植物病害防治向绿色环保方向发展,以微生物之间相互拮抗作用为主的生物防治策略具有较好的开发应用前景^[37-38]。利用不同的拮抗菌株进行生物防治时,可通过遗传修饰技术增加各拮抗菌株中的功能基因的数量,结合发酵技术,还可以开发特异性生物抗菌素^[39]。此外,以病原菌为目标菌株,结合基因工程技术逐步筛选具有抗病性的核桃新品种,也具有较好的应用前景。

参考文献:

- [1] 宋尚伟,苗红霞,王 娟.早实核桃的生长发育特点和整形修剪技术[J].吉林农业科学,2008(4):56-58,61.
- [2] 耿树香,宁德鲁,陈海云,等.云南主栽核桃品种功能成分综合评价分析[J/OL].南京林业大学学报(自然科学版):2019,43(2):209-215.
- [3] 王 瀚,卓平清,王让军,等.甘肃陇南核桃黑斑病原菌的分离鉴定及其致病性研究[J].中国果树,2018(4):69-71.
- [4] 高 洁.核桃腐烂病发生规律与防治技术研究[J].山西林业,2017(6):46-47.
- [5] 新疆农科院林科所.核桃腐烂病的初步调查及防治试验[J].新疆林业,1977(2):71-77.
- [6] 黄治民,乔保水,李红利,等.豫西地区早实核桃腐烂病的发生与防治[J].落叶果树,2011,43(2):35-36.
- [7] 周根强.核桃腐烂病的发生与防治[J].现代农业科技,2012(12):132.
- [8] 马 荣,王阳阳,刘晓琳,等.新疆核桃树腐烂病拮抗细菌的筛选及初步鉴定[J].新疆农业科学,2015,52(5):895-901.
- [9] 郭开发,王 刚,吴彩兰,等.新疆南疆核桃树腐烂病菌鉴定[J].新疆农业科学,2016,53(3):496-501.
- [10] 岳朝阳,孔婷婷,阿衣夏木·亚库甫,等.核桃腐烂病主要发病因子研究[J].西北林学院学报,2015(1):154-157.
- [11] Fan X L, Hyde K D, Liu M, et al. *Cytospora* species associated with walnut canker disease in China with description of a new species *C. gigalocus*[J]. Fungal Biology, 2015, 119: 310-319.
- [12] 杜 琴.新疆主要林木腐烂病菌种类鉴定及其防治方法研究[D].石河子:石河子大学,2013.
- [13] 孔 利,吴彩兰,郭开发,等.林木腐烂病主要致病菌 *Cytospora sacculus* 致病力分化的初步研究[J].湖北农业科学,2016(3):638-642.
- [14] 张海军,陈春艳,谢映平,等.核桃腐烂病病原菌的分离与鉴定[J].中国植保导刊,2018,38(9):17-20.
- [15] 新疆农科院林科所森保室.核桃腐烂病及其防治[J].新疆农业科学,1977(3):27-29.
- [16] 赵士洪.核桃腐烂病的成因及其防治措施[J].河北果树,2017(4):51.
- [17] 高 鹤.辽西地区不同品种核桃抗寒性评价[J].防护林科技,2017(6):31-33.
- [18] 王一峰,赵淑玲,庞世伟,等.2018年成县核桃晚霜冻害调查与分析[J].陕西林业科技,2018,46(3):32-35.
- [19] 马艺杰,苏世平,李 毅.不同核桃品种光合参数比较[J].中国农学通报,2019,35(5):58-63.
- [20] 王玉祥.矿质营养与植物病害的关系研究[J].农业灾害研究,2012,2(6):25-27.
- [21] 慕康国,赵秀琴,李健强,等.矿质营养与植物病害关系研究进展[J].中国农业大学学报,2000(1):84-90.
- [22] 田永强,黄丽萍,张 正.矿质元素缺失或不平衡与植物病害发生关系研究进展[J].中国农学通报,2016,32(21):174-176.
- [23] Huber D M, Haneklaus S. Managing nutrition to control plant disease[J]. Landbauforschung Völkenrode, 2007, 57: 313-322.
- [24] Pustika A B, Subandiyah S, Holford P, et al. Interactions between plant nutrition and symptom expression in mandarin trees infected with the disease huanglongbing[J]. Australasian Plant Disease Notes, 2008(3): 112-115.
- [25] 冯 雷,徐万里,薛权宏,等.矿质元素对核桃腐烂病病害程度的影响[J].经济林研究,2017,35(4):49-56.
- [26] 刘颖慧,贾海坤,高 琼.植物同化物分配及其模型研究综

- 述[J].生态学报,2006(6):1981-1992.
- [27] 刘正兴,孙卫中,张新浩,等.阿克苏地区核桃腐烂病发生规律及防控技术[J].农村科技,2015(3):56.
- [28] 刘广平,高宝霞.低温日灼对核桃腐烂病发生的影响[J].北方园艺,2017(4):106-108.
- [29] 高 鹤,赵宝军,王云飞,等.辽西地区主栽品种核桃腐烂病发生、流行情况调查[J].新农业,2017(9):6-9.
- [30] 鲁建云,李苗苗,高丽华,等.臭氧水浓度衰减及其杀菌作用[J].中南大学学报(医学版),2018,43(2):143-146.
- [31] 严海峰.臭氧技术防治核桃腐烂病试验初报[J].陕西林业科技,2015(4):55-57,60.
- [32] 郭安柱,赵春莉.陕西洛南县核桃腐烂病药剂防治试验[J].中国园艺文摘,2016,32(7):46,109.
- [33] 曾 辉.辽西地区核桃腐烂病不同防治方法评价[J].防护林科技,2018(7):14-15,32.
- [34] 赵士洪.核桃腐烂病的成因及其防治措施[J].河北果树,2017(4):51.
- [35] 张晶晶,李建贵,郭艺鹏,等.新疆核桃腐烂病拮抗菌的筛选及鉴定[J].经济林研究,2016,34(1):71-75.
- [36] 刘丽红,李 彤,李晓东,等.河北省山区核桃产业发展的问题与对策[J].吉林农业科学,2011,36(1):53-57.
- [37] 邓进超,关一鸣,吴连举,等.人参锈腐病菌拮抗菌的筛选、鉴定及发酵条件优化[J].东北农业科学,2017,42(3):31-38.
- [38] 宁荣彬,孙海峰.贝母类中药材病害防治研究进展[J].东北农业科学,2018,43(5):34-37.
- [39] 李 尧,刘 娜,郑丽博.荧光假单胞菌植物病害防治及研究进展[J].分子植物育种,2018,16(11):3693-3697.

(上接第22页)中的白僵菌浓度远远高于从未施用过白僵菌的大安市,可能由于自然因素如风、水流或人为因素,将白僵菌传播到附近区域,使其白僵菌浓度增加,导致僵虫率明显高于对照区大安市。

参考文献:

- [1] 蒲蛰龙,李增智.昆虫真菌学[M].合肥:安徽科技出版社,1996:245-264.
- [2] 陈丽玲,张庆贺,薛 争,等.吉林省玉米螟生物防治现状与展望[J].中国生物防治学报,2015,31(4):561-567.
- [3] Stephen P W, Mark E R. Effects of inoculation method on efficacy of wettable powder and oil dispersion formulations of *Beauveria bassiana* against Colorado potato larvae under low-humidity conditions[J]. Biocontrol Science and Technology, 2017, 27(3): 348-363.
- [4] Rupesh S, Lakhi R, Renu D. Efficacy of white muscardine fungus (*Beauveria bassiana*) on rice hispa (*Dicladispa armigera*)[J]. Indian journal of agricultural research.2017, 51(3):296-298.
- [5] Se J L, Sihyeon K, Jong C K, et al. Entomopathogenic *Beauveria bassiana* granules to control soil-dwelling stage of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera:Thripidea). BioControl, 2017, 62: 639-648.
- [6] 刘晓晨,吴圣勇,雷仲仁,等.不同温度下两株球孢白僵菌侵染西花蓟马的生长动力学及其毒力[J].中国农业科学,2018,51(8):1484-1492.
- [7] 姜 灵,洪 波,王新谱,等.常用杀虫剂与球孢白僵菌的相容性及对温室白粉虱的协同防效[J].植物保护,2018,44(1):199-204.
- [8] 周仙红,范晓杰,曹 雨,等.低温对球孢白僵菌生物学特性及其对韭蛆毒力的影响[J].植物保护,2018,44(1):158-161.
- [9] 孟祥坤,朱 超,于 新,等.高毒力白僵菌的筛选及对花生甜菜夜蛾的致病力[J].中国生物防治学报,2018,34(2):259-265.
- [10] 武海峰,解 娇,张正坤,等.白僵菌悬乳剂研制及其对玉米螟防治研究[J].玉米科学,2014,22(4):140-146.
- [11] 张正坤,孟鑫睿,张佳诗,等.吉林省球孢白僵菌遗传多样性与亚洲玉米螟化性相关性分析[J].中国生物防治学报,2015,31(6):836-844.