

任 军,雷 洲,刘登科,等.我国猕猴桃软腐病的研究进展[J].江苏农业科学,2020,48(8):29-32.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.08.005

我国猕猴桃软腐病的研究进展

任 军^{1,2},雷 洲³,刘登科⁴,郭金梅¹,刘 兴¹

(1. 贵州师范学院地理与资源学院,贵州贵阳 550018; 2. 贵州省流域地理国情监测重点实验室,贵州贵阳 550018;

3. 贵州省修文县六屯镇农业综合服务中心,贵州修文 550200; 4. 贵州省修文县洒坪镇农业综合服务中心,贵州修文 550214)

摘要:猕猴桃软腐病属猕猴桃采后储藏期病害,该病发病率较高,一直是影响猕猴桃市场品质的主要病害。本文根据国内外猕猴桃软腐病研究的相关文献,对猕猴桃软腐病的发生及危害、病原学研究、防治措施方面进行了综述。并对猕猴桃软腐病未来的防治工作进行了探讨,最终提出 3 个研究方向:一是查明病原菌的侵入途径;二是进一步确定果实采摘前软腐病发病率低是否与果实内某种天然抑菌物质有关;三是在保证食品安全情况下,大力挖掘生物农药,发展有效、无害的防治措施。

关键词:猕猴桃;软腐病;病原菌;防治;研究进展

中图分类号: S436.634.1⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)08-0029-03

我国是猕猴桃属植物的主要原产地,猕猴桃的驯化栽培已有 100 余年的历史。猕猴桃营养价值丰富,被人们称为“维生素 C 之王”、“果中珍品”,是畅销世界的果品。我国猕猴桃产量由 2011 年 110.87 万 t 增加到 2016 年 160.27 万 t,跃居世界第 1 位^[1]。我国猕猴桃种植区主要分布于陕西、四川、湖南、浙江、江西、河南、广东、安徽等省份^[2]。但随着猕猴桃种植面积的不断扩大,猕猴桃病害也日益增加,尤其是猕猴桃软腐病,会引起贮运期间果实大量腐烂,平均发病率达 20%~50%,造成了严重的经济损失^[3]。猕猴桃软腐病属于真菌性病害,由于引起该病害的病原菌一直存在争议,近些年对猕猴桃软腐病病原菌的鉴定研究逐渐增多。笔者就我国猕猴桃软腐病研究进展做了系统综述,以期为该病害的深入研究提供有价值的参考资料。

1 病害的发生及危害

猕猴桃软腐病是一种采后储藏性病害,也称熟腐病,其典型症状是果皮上形成褐色的病斑,多呈圆形或椭圆形,病斑边缘呈一圈水渍状环带,病斑内部果肉颜色乳白,病健交界处果肉水渍状,可形

成穿孔性腐烂,严重时整个果实完全腐烂^[4-5]。在果实采摘后发病比较严重,会造成果实大量腐烂,直接影响果实的品质,该病害在新西兰、日本、韩国、智利、意大利等国家都被报道过。Beever 在 1979 年报道了该病害的危害性^[6]。Pennycook 等于 1985 年对新西兰猕猴桃软腐病的发病及病原学做了具体的介绍^[4]。黎晔在 1982 年提出日本德岛县猕猴桃出现软腐病,并就引起该病害的原因作出相关分析^[7];同年,日本永田贤嗣报道猕猴桃软腐病在日本猕猴桃主栽区均有发生,意识到该病害是猕猴桃采摘后影响猕猴桃品质的最大问题^[8]。我国关于猕猴桃病害系统性调查与防治开始于 20 世纪 70 年代,认为猕猴桃储藏期病害主要为果实灰霉病和青霉病 2 种^[9]。1994 年李爱华等在对陕西猕猴桃病害研究时报道了猕猴桃软腐病的发生规律与防治初探,提出猕猴桃软腐病的危害性极大,已经严重影响了猕猴桃的经济效益^[10]。1995 年丁爱冬等对北京和西安等地的猕猴桃腐烂病进行研究,发现我国猕猴桃采后腐烂病的发生主要是由采摘运输时造成的机械伤口感染造成^[11]。猕猴桃软腐病自发生至今,均未得到有效的根治方法,是果农最担心的一种病害。

2 病原学研究

猕猴桃软腐病是由真菌引起的病害,研究发现引起该病害的病原菌种类不是单一的致病菌。历年来,许多学者针对猕猴桃软腐病病原菌的研究存

收稿日期:2019-03-28

基金项目:贵州省教育厅青年科技人才成长项目(编号:黔教合 KY 字[2018]264、黔教合 KY 字[2018]255);贵州师范学院 2018 年度校级一般项目课题研究成果(编号:2018YB005)。

作者简介:任 军(1986—),女,硕士,讲师,主要从事植物病原与真菌学研究。E-mail:617976570@qq.com。

在较大争议。但多数学者认为葡萄座腔菌 (*Botryosphaeria* sp.) 及拟茎点霉菌 (*Phomopsis* sp.) 是引起猕猴桃软腐病的主要病原菌。丁爱冬等从猕猴桃软腐病病果上分离得到 8 种真菌,经刺伤接种试验发现,优势致病病原菌为灰葡萄孢菌 (*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌 (*Phomopsis* sp.) 和青霉属菌 (*Penicillium* sp.)^[11]。随着鉴定技术的完善,形态学、分子生物学等方法成为病原微生物鉴定的常规方法,周游等采用形态学与 ITS-rDNA 相结合的方法证明 *Botryosphaeria dothidea*、*Lasiodiplodia theobromae* 和 *Neofusicoccum parvum* 是引起四川省猕猴桃软腐病的主要病原^[12-13];李诚等则认为,引起江西省猕猴桃软腐病的病原菌主要是葡萄座腔菌 (*Botryosphaeria* sp.), 其次是拟茎点霉菌 (*Phomopsis* sp.)^[14];段爱莉等报道,引起陕西猕猴桃软腐病病原菌主要是青霉属菌 (*Penicillium* sp.)^[15];黎晓茜等的研究认为,引起修文县猕猴桃软腐病的病原菌是盘多毛孢菌 (*Pestalotiopsis gracilis*)^[16];李黎等采用形态学与分子生物学相结合的方法,对采集自我国不同地区 28 份猕猴桃果实软腐病感病果实进行了病原菌的分离与鉴定,结果显示,拟茎点霉菌是我国猕猴桃软腐病的主要病原菌,葡萄孢菌、小孢拟盘多毛孢菌是次要病原菌^[3]。王小洁等认为,引起安徽省猕猴桃软腐病的病原菌是葡萄座腔菌 (*Botryosphaeria* sp.)^[17]。2018 年,潘慧等对贵州六盘水“红阳”猕猴桃病害进行了调查,指出引起该地区猕猴桃软腐病的病原菌种类很多,包括葡萄座腔菌 (*Botryosphaeria* sp.)、拟茎点霉菌 (*Phomopsis* sp.)、拟盘多毛孢 (*Pestalotiopsis* sp.) 和互隔链格孢 (*Alternaria alternata*) 等^[18]。雷霁卿等先后对贵州省修文县“贵长”猕猴桃、六盘水“红阳”猕猴桃软腐病病原菌进行了分离鉴定,认为引起修文猕猴桃软腐病的主要致病菌是葡萄座腔菌和拟茎点霉菌,引起六盘水猕猴桃软腐病的主要致病菌是葡萄座腔菌、拟茎点霉菌与交链孢菌^[19-20]。以上研究结果均表明,猕猴桃软腐病是由多种病原菌引起的,但主要致病菌为葡萄座腔菌和拟茎点霉菌,这为猕猴桃软腐病的防治提供了参考。

3 病害的防治

猕猴桃软腐病属于采后储藏期病害,早期关于该病的防控多注重采后储藏条件的研究。日本高屋茂雄等的研究报道指出,猕猴桃果实软腐病受储

藏条件的影响^[21]。李爱华等在对陕西猕猴桃软腐病研究中提出了最初的防治方法,认为猕猴桃软腐病病原菌是一种弱性寄生菌,既要注意果园建园的水、土、气条件,防止病菌的蔓延,还要注意储藏入库前及储藏中期病果的检查,及时将病果拣出,能有效防止病害造成的经济损失^[10]。丁爱冬等研究表明,猕猴桃储藏期腐烂果主要是由于果实机械损伤感染造成的,因此在实际生产中选育品质好、抗机械损伤能力强的品种是防治果实腐烂的一种有效途径^[11]。

21 世纪初,随着化学农药的广泛应用,许多学者提倡采用化学农药防治猕猴桃软腐病的发生。2003—2005 年姜景魁等对由拟茎点霉菌引起的福建建宁猕猴桃果实黄腐病进行了田间防效试验,发现异菌脉和苯醚甲环唑具有良好的防治效果^[22];2009 年,余桂萍等报道了猕猴桃软腐病的发病规律及防治方法,认为猕猴桃软腐病是 *Botryosphaeria* sp. 和 *Phomopsis* sp. 2 种病原菌侵染造成的,提出了化学药剂防治的方法,认为多菌灵、抗菌素 402、退菌特效果最好^[23];2013 年,王井田等采用套袋法研究了猕猴桃果实腐烂病病菌拟茎点霉菌的侵染规律,提出己唑醇、咪酰胺锰盐和苯醚甲环唑对猕猴桃果实腐烂病菌菌丝具有较高的抑制作用^[24]。莫飞旭等指出四霉素与戊唑醇复配对猕猴桃软腐病病原菌葡萄座腔菌的抑制具增效作用,混合施用对该病有明显预防效果,大幅降低了采后病果率,防效最高达 77.08%^[25]。

由于化学杀菌剂会对食品安全和环境保护带来潜在的隐患,加之生物农药不断发展,一些学者对该病害的防治研究由化学农药防治转向生物农药防治。范先敏针对猕猴桃软腐病病原菌葡萄座腔菌筛选出 3 种拮抗菌,分别为异常威克汉姆酵母 (*Wickerhamomyces anomalus*)、费比恩赛伯林德纳氏酵母 (*Cyberlindnera fabianii*) 和芽孢杆菌属 (*Bacillus*) 生防细菌^[26]。胡容平等以木霉菌作为生物筛选材料,针对猕猴桃软腐病病原菌葡萄座腔菌做了拮抗试验,并筛选出对葡萄座腔菌抑制性较好的菌株,该研究为木霉菌生防菌的筛选提供了参考^[27]。吴紫燕等对橘绿木霉菌的次级代谢产物哌珀霉素 (peptaibols) 进行了研究,指出该次级代谢产物对猕猴桃软腐病病原菌葡萄座腔菌具有较强的抑制作用^[28]。

在发展生物农药的同时,利用物理、化学或生

物的方法诱导提高果实自身抗病性从而减轻腐烂的发生,已成为采后病害控制的研究热点^[29-30]。张承等提出,采前在猕猴桃幼果期和壮果末期的果面喷施壳聚糖复合膜剂能显著降低果实软腐病的发病率和诱导果实抗病性增强^[31]。盘柳依等指出,一定浓度范围内的茉莉酸甲酯可抑制猕猴桃果实采后软腐病菌 *Botryosphaeria* sp. 的生长,用一定浓度茉莉酸甲酯熏蒸猕猴桃果实可提高猕猴桃果实 POD、SOD、CAT、PPO 和 APX 等防御酶活性,从而降低软腐病的发生^[32]。

4 小结与展望

目前,我国对猕猴桃软腐病的研究,在病原菌的鉴定、化学药剂防治、生物农药防治及采后果实的保鲜处理上取得了一些成果:已经查明引起该病害的主要病原菌是葡萄座腔菌和拟茎点霉菌;市场上常见的杀菌剂多菌灵、抗菌素 402 及四霉素与戊唑醇复配剂对猕猴桃软腐病有一定的防治效果;针对病原菌葡萄座腔菌筛选出木霉菌为生防菌;在保证食品安全下提出了在果实表面涂抹、喷洒壳聚糖、茉莉酸甲酯等对果实软腐病的防治措施。

随着猕猴桃种植产业的不断发展,猕猴桃软腐病仍是危害储藏期猕猴桃果实的主要病害。病原菌的侵入途径及致病机理将是该病害研究的重点,冯丽等对猕猴桃花、健康果实、发病果实进行了研究,提出猕猴桃果实腐烂病病原菌的侵入途径很可能是通过采收、运输和包装过程进入猕猴桃内的,而不是通过寄生在衰老的花器上进入果实的^[33]。只有搞清楚病原菌的侵入途径才能有的放矢,从本质上降低软腐病的发病率。笔者认为关于猕猴桃软腐病的研究接下来要从以下几个方面着手:(1)查明病原菌的侵入途径;(2)果实采摘前软腐病发病率是否果实内某种天然抑菌物质有关;(3)在保证食品安全情况下,大力挖掘生物农药,发展有效、无害的防治措施。以上问题的深入揭示将为我国猕猴桃软腐病防治提供参考。

参考文献:

- [1] 杨红,伍小雨,唐江云. 猕猴桃产业现状与发展对策分析[J]. 中国果业信息,2018,35(3):16-19.
- [2] 屈振江,周广胜. 中国主栽猕猴桃品种的气候适宜性区划[J]. 中国农业气象,2017,38(4):257-266.
- [3] 李黎,陈美艳,张鹏,等. 猕猴桃软腐病的病原菌鉴定[J]. 植物保护学报,2016,43(3):527-528.

- [4] Pennycook S R, Samuels G J. Botryosphaeria and Fusarium species associated with ripe fruit rot of *Actinidia deliciosa* (kiwifruit) in New Zealand[J]. Mycotaxon, 1985, 24:445-458.
- [5] Zhou Y, Gong G S, Cui Y L, et al. Identification of Botryosphaeriaceae species causing kiwifruit rot in Sichuan Province, China[J]. Plant Disease, 2015, 99(5):699-708.
- [6] Beever D J. Botrytis storage rot of kiwifruit [C]//Proceedings of kiwifruit seminar held at Tauranga, October 1979. Tauranga: New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries, 1979:29-36.
- [7] 黎晖. 日本德岛县猕猴桃出现软腐病[J]. 植物检疫, 1982(6):52.
- [8] 永田贤嗣,王庸生. 猕猴桃果实的软腐病[J]. 国外农学(果树), 1984(3):33-34.
- [9] 林光剑,胡翠凤,高日霞. 我国猕猴桃病害研究进展[J]. 福建果树, 1994(1):22-25.
- [10] 李爱华,郭小成. 秦美猕猴桃软腐病的发生规律与防治初探[J]. 陕西农业科学, 1994(3):44.
- [11] 丁爱冬,于梁,石蕴莲. 猕猴桃采后病害鉴定和侵染规律研究[J]. 植物病理学报, 1995(2):149-153.
- [12] 周游,龚国淑,秦文,等. 猕猴桃软腐病病原鉴定及其毒素获取方法研究[C]//中国植物病理学会 2012 年学术年会论文集. 北京:中国农业科学技术出版社, 2012.
- [13] 周游. 猕猴桃软腐病病原学研究[D]. 雅安:四川农业大学, 2016.
- [14] 李诚,蒋军喜,冷建华,等. 奉新县猕猴桃果实腐烂病病原菌分离鉴定[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(2):259-263.
- [15] 段爱莉,雷玉山,孙翔宇,等. 猕猴桃果实贮藏期主要真菌病害的 rDNA-ITS 鉴定及序列分析[J]. 中国农业科学, 2013, 46(4):810-818.
- [16] 黎晓茜,曾彬,尹显慧,等. 修文县猕猴桃腐烂病病原鉴定及防治药剂筛选[J]. 中国南方果树, 2016, 45(5):101-104.
- [17] 王小洁,李士瑶,李亚巍,等. 猕猴桃软腐病病原菌的分离鉴定及其防治药剂筛选[J]. 植物保护学报, 2017, 44(5):826-832.
- [18] 潘慧,胡秋龄,张胜菊. 贵州六盘水市猕猴桃病害调查及病原鉴定[J]. 植物保护, 2018, 44(4):125-131+137.
- [19] 吴文能,张起,雷霖卿. “贵长”猕猴桃软腐病病原菌分离鉴定及抑菌药剂筛选[J]. 北方园艺, 2018(16):47-54.
- [20] 雷霖卿,吴文能,刘颖. 贵州六盘水地区“红阳”猕猴桃软腐病病原菌分离鉴定及致病力差异测定[J]. 北方园艺, 2019(4):31-38.
- [21] 高屋茂雄,黄伙平. 猕猴桃果实软腐病的发生及防治措施[J]. 亚热带植物通讯, 1988(1):85-88.
- [22] 姜景魁,张绍升,廖廷武. 猕猴桃黄腐病的研究[J]. 中国果树, 2007(6):14-16.
- [23] 余桂萍,周洪旗. 猕猴桃软腐病的发生规律与防治初探[J]. 资源开发与市场, 2009, 25(5):392-393.
- [24] 王井田,刘达富,刘允义,等. 猕猴桃果实腐烂病的发病规律及药剂筛选试验[J]. 浙江林业科技, 2013, 33(3):55-57.
- [25] 莫飞旭,石金巧,潘东妹. 四霉素与戊唑醇复配剂对猕猴桃软腐病的防控效果[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(2):71-74.
- [26] 范先敏. 猕猴桃软腐病拮抗菌筛选及初步拮抗机理研究[D].

相倩倩, 张云权, 王小花, 等. 化学计量学方法在蜂蜜鉴别中的应用研究进展[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(8): 32–40.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.08.006

化学计量学方法在蜂蜜鉴别中的应用研究进展

相倩倩¹, 张云权², 王小花³, 张晓甜¹, 黄文耀¹

(1. 湖北省疾病预防控制中心卫生检验检测研究所/应用毒理湖北重点实验室, 湖北武汉 430079;

2. 武汉科技大学公共卫生学院, 湖北武汉 430065; 3. 湖北省食品质量监督检验研究院, 湖北武汉 430075)

摘要: 蜂蜜作为一种天然甜味剂, 不仅具有较高的营养价值还具有一定的药理功能。然而, 当前市售蜂蜜的真实性面临巨大挑战, 尤其是外源糖浆掺假和低价杂花蜜的冒充。随着科技的发展, 现代分析技术结合化学计量学手段已被广泛应用于蜂蜜的掺假及溯源等研究中。通过详细介绍红外、核磁共振等常见的分析技术、谱图数据的提取和预处理以及模式识别方法的使用, 系统地梳理化学计量学方法在蜂蜜鉴别中的应用。该研究可为食品领域从业人员进行蜂蜜品质鉴定, 及监管部门制定蜂蜜检测新标准提供新思路。

关键词: 蜂蜜; 鉴别; 分析技术; 模式识别; 化学计量学; 应用

中图分类号: TS207.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)08-0032-09

蜂蜜是蜜蜂采集植物的花蜜、分泌物或蜜露, 与自身分泌物混合后, 经充分酿造而成的天然甜物质^[1]。除了主要的糖类外, 蜂蜜中还有很多有机酸、活性酶、与人体血液含量相当的矿物元素等^[2-3]。许多研究表明^[3-6], 蜂蜜的摄入可刺激胰岛素的分泌, 有提高血红蛋白浓度, 降低血糖浓度, 改善血脂等作用; 还具有抗炎、抗动脉硬化和免疫调节等功能。

正是其较高的营养价值, 天然蜂蜜深受广大消费者的青睐。目前市售蜂蜜普遍存在因过度使用

抗生素导致的兽药残留问题以及因病虫防治引起的农药残留问题等^[7-8]。除此之外, 蜂蜜真实性问题已经成为食品生产、消费和研究领域面临的巨大挑战^[9]。当前市场上, 影响蜂蜜真实性的因素最主要的是掺假, 通过掺入果葡糖浆、淀粉糖浆、大米糖浆等来冒充真实蜂蜜; 其次是以低价蜂蜜掺入高价蜜或以杂花蜜冒充单花蜜来以次充好。

传统的蜂蜜品质鉴定方法有感官鉴别、花粉鉴别以及色泽、电导率、酸度、糖类等理化指标的鉴别^[7]。这些传统方式具有主观经验性、不确定性、不可靠性, 已不满足市场的需求。随着色谱技术的发展与成熟, 更多的研究人员选择从蜂蜜的特殊成分以及掺假糖浆中引入的外源物质着手, 以靶向物判定蜂蜜的真伪^[8]。但这些技术普适性较低, 一方面是因为此类技术多针对单花蜜, 而蜂蜜类型受地域差异、加工过程等影响较大, 通过靶向物的判定能否普适我国的蜂蜜花种仍有待研究; 另一方面, 引入的外源物质成分不定且只是针对单一类型掺

收稿日期: 2019-03-18

基金项目: 湖北省卫生健康委面上项目(编号: S2017WJ10); 湖北省食品质量监督检验研究院自主立项科研项目(编号: ZZLX2017001); 湖北省自然科学基金(编号: 2016CFB212)。

作者简介: 相倩倩(1991—), 女, 江苏扬州人, 硕士, 助理工程师, 主要从事食品检验及相关鉴别研究。E-mail: 617641206@qq.com。

通信作者: 张云权, 博士, 主要从事数据挖掘方法及应用研究, E-mail: Yun-quanZhang@whu.edu.cn; 黄文耀, 主任技师, 主要从事环境与健康关系研究, E-mail: 313234967@qq.com。

武汉: 华中农业大学, 2017。

[27] 胡容平, 石 军, 林立金, 等. 四川猕猴桃软腐病防治初步研究[J]. 西南农业学报, 2017, 30(2): 366–370.

[28] 吴紫燕, 糜 芳, 毛伟力. 哌珀霉素(Peptabols)对储藏期猕猴桃软腐病的防治效果[J]. 农药, 2019, 58(2): 145–149.

[29] Sharma S, Pareek S, Sagar N A, et al. Modulatory effects of exogenously applied polyamines on postharvest physiology, antioxidant system and shelf life of fruits: a review[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2017, 18(8): 1789.

[30] 邱德文. 我国植物免疫诱导技术的研究现状与趋势分析[J]. 植物保护, 2016, 42(5): 10–14.

[31] 张 承, 李 明, 龙友华, 等. 采前喷施壳聚糖复合膜对猕猴桃软腐病的防控及其保鲜作用[J]. 食品科学, 2016, 37(22): 274–281.

[32] 盘柳依, 赵显阳, 陈 明. 茉莉酸甲酯调控防御酶活性诱导猕猴桃果实抗采后软腐病[J]. 植物保护, 2019, 45(1): 75–80.

[33] 冯 丽, 魏 洪, 黄亚勋, 等. 贵长猕猴桃腐烂菌的侵染途径及分离鉴定[J]. 中国酿造, 2018, 37(2): 66–70.