



王东. 新疆哈密瓜病毒研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2019(10):162-165.

新疆哈密瓜病毒研究进展

王 东

(喀什大学 生命与地理科学学院, 新疆 喀什 844000)

摘要:为减轻哈密瓜病毒病的危害,本文主要从新疆哈密瓜病毒的早期研究、哈密瓜病毒的种类鉴定、哈密瓜病毒的生物学特性以及哈密瓜病毒的分子生物学特征等方面进行了综述,并从哈密瓜病毒与寄主互作、哈密瓜病毒的群体遗传结构、基因组分子变异和重组、全基因组序列分子生物学特征、分子进化、抗病毒品种的选育、哈密瓜病毒病在田间发生流行规律和病毒防控等方面进行了展望。

关键词:新疆哈密瓜病毒;种类鉴定;生物学特性;分子生物学特征;防控

新疆厚皮甜瓜称为哈密瓜^[1],哈密瓜在新疆已有两千多年的栽培历史,是新疆的名优特产之一,目前在新疆各地广泛栽培,是新疆最重要的经济作物之一^[2]。新疆哈密瓜品质独特,营养丰富,深受人们的喜爱,在国内外享有盛誉。哈密瓜是新疆特色名优果品,经济价值较高,市场需求量较大^[2]。

新疆地处我国的西北内陆,面积辽阔,光照充足,具有丰富的光资源,新疆也是中国气候最干旱的省区^[3]。甜瓜在气温高和日照充足的条件下果实品质好,生长健壮,甜瓜是最喜光热的作物之一^[2]。新疆日较差大,年总辐射强,年均降水量少,具有全国独一无二的农业气候资源^[2],其种植的哈密瓜品质非常优良。随着社会经济的发展和人民生活水平的进一步提高,国内外对厚皮甜瓜的需求量不断增长^[4]。在新疆大力发展哈密瓜产业,为新疆广大哈密瓜种植户提高经济收入开辟了一条有效途径,哈密瓜产业将成为当地新的经济增长点。本文通过综述新疆哈密瓜病毒的早期研究、种类鉴定、生物学特性以及分子生物学特征,并进行了展望,为减轻提高新疆哈密瓜的产量和品质、挽回经济损失提供借鉴。

1 新疆哈密瓜病毒的早期研究

据称哈密瓜病毒病是1958年以后随着新疆吐鲁番地区西葫芦的引进和种植面积扩大后逐步发生的,在新疆尚无有关哈密瓜病毒病发生的文

字记载^[5]。在20世纪50年代,由于病毒病在新疆的发生面积较小,为害程度较轻,加之人们对病毒病尚缺乏科学认识,当时的人们并没有注意到哈密瓜病毒病的真实危害性^[6]。文献报道表明,1962年,哈密瓜病毒病在新疆石河子地区发生轻微,田间只有零星发病株^[5]。林成等^[7]报道,1963年甜瓜病毒病在新疆一些地区“空前蔓延”,防治工作已“刻不容缓”。1964年9月,吾尔尼沙等^[6]报道,在吐鲁番秋甜瓜地里发现有典型花叶症状的病株。采用摩擦接种法和棉蚜传毒法能够使健康甜瓜植株发病。此外,田间整枝能够引起甜瓜花叶病在田间的传播。但当时并未引起有关方面对哈密瓜花叶病蔓延为害的重视。到了20世纪60年代末70年代初,哈密瓜病毒病成为新疆哈密瓜生产上一个重要的限制因素,在南北疆各地区开始普遍流行^[5]。1975年,哈密瓜病毒病在新疆五家渠地区的发病率最高已达60%^[5]。

到了1978年,花叶型病毒病对新疆石河子、奎屯、乌鲁木齐和吐鲁番等地的哈密瓜造成了非常严重的为害,很多哈密瓜地几乎难以找到哈密瓜的健株,整个地块几乎全部发病,有些地方甚至已不能再种植哈密瓜^[6]。尹玉琦等^[8]报道,1980年,新疆石河子和吐鲁番地区以及昌吉有些地区哈密瓜病毒病的发病率达90%~100%。在当时,对哈密瓜病毒病进行有效防控已迫在眉睫,而有效防控病毒病首先就需要搞清病毒病的毒源^[8]。

综上所述,自20世纪50年代在新疆哈密瓜上发现病毒病以来,到了20世纪80年代初,病毒病已在新疆各个哈密瓜种植区普遍流行,为害严重。哈密瓜病毒病给新疆哈密瓜的产量和品质造成了很大的影响。新疆哈密瓜病毒的早期研究主要集中在病毒病的大田症状观察和田间发病率的统计上。当时在田间观察到的病毒病症状只有花

收稿日期:2019-04-11

基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研项目(XJEDU2018Y035);喀什大学高层次人才引进科研启动项目(GCC17ZK-001);新疆维吾尔自治区2017年天池博士计划项目[新教财(2018)8号];喀什大学2018年度校内科研课题重点课题[(18)2624]。

作者简介:王东(1984-),男,博士,讲师,从事中亚-帕米尔跨境有害生物防治与农业安全研究。E-mail: wangdonggsau@163.com。

叶型。由于实验条件等的限制,当时并没有对引起病毒病的毒源种类进行鉴定。

2 新疆哈密瓜病毒的种类鉴定

为有效防控新疆哈密瓜病毒病,首先需要引起病毒病的毒源种类进行鉴定。新疆哈密瓜病毒在早期研究的基础上,随着实验技术的逐步发展,到了 20 世纪 80 年代,开始采用传统的电子显微镜鉴定法、生物学鉴定法和血清学鉴定法对新疆哈密瓜病毒病的毒源种类进行鉴定。进入 21 世纪后,对新疆哈密瓜病毒的种类鉴定多采用 RT-PCR 等分子方法。有关新疆哈密瓜病毒种类最早的报道是 1973 年,裘维蕃教授在新疆考察时对新疆哈密瓜病毒进行了观察和分析,他认为在新疆哈密瓜上发生的病毒种类主要为 MMV(甜瓜花叶病毒)^[8]。这是有关新疆哈密瓜病毒种类的最早报道。1982 年尹玉琦等^[8]报道,通过鉴别寄主反应、蚜虫传毒、血清学鉴定以及电子显微镜形态鉴定,将侵染新疆昌吉和石河子地区哈密瓜的病毒鉴定为西瓜花叶病毒(Watermelon mosaic virus, WMV)和黄瓜花叶病毒(Cucumber mosaic virus, CMV)。在田间流行上,CMV 在哈密瓜田中比较少见,WMV 是主要毒源。1982 年李国玄等^[9]报道,通过寄主反应、蚜虫传毒、电镜观察和血清学鉴定,将新疆安宁渠地区侵染哈密瓜的病毒鉴定为哈密瓜坏死病毒(HmNV)和哈密瓜叶脉坏死病毒(HmVNV)。但 HmNV 和 HmVNV 没有列入国际病毒分类委员会的分类报告^[10]。1984 年黄传贤等^[11]报道,通过寄主反应、病毒提纯、电镜观察和血清学鉴定,将新疆昌吉侵染哈密瓜的病毒鉴定为烟草坏死病毒(Tobacco necrosis virus, TNV)。1991 年魏宁生等^[12]报道,通过寄主反应、蚜虫传毒、电镜观察和血清学鉴定,将新疆鄯善地区、吐鲁番、哈密和乌鲁木齐侵染哈密瓜的病毒鉴定为南瓜花叶病毒(Squash mosaic virus, SqMV)、WMV 和 CMV。WMV 是主要病毒种类,CMV 次之,SqMV 相对较少。1991 年郑光宇等^[13]报道,在新疆吐鲁番市发现了一种侵染西瓜、西葫芦和哈密瓜的新病毒。通过症状观察、寄主范围、热稳定性和体外存活期、传播特性、电镜观察和血清学特性研究将其确定为小西葫芦黄化花叶病毒(Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV),这不但是 ZYMV 在新疆的首次发现,而且也是该病毒在中国的首次报道。2016 年潘亚南等^[14]报道,采用 DAS-ELISA 和 RT-PCR 方法对采自新疆昌吉市、吐鲁番市和鄯善县的哈密瓜病毒病样品进行病毒种类检测。所检测的病毒种类为:CMV、WMV、ZYMV、SqMV、TNV、甜瓜坏

死斑点病毒(Melon necrotic spot virus, MNSV)、黄瓜绿斑驳花叶病毒(Cucumber green mottle mosaic virus, CGMMV)和番木瓜环斑病毒(Papaya ringspot virus, PRSV)。结果表明,在所检测的样品中,CMV、WMV、ZYMV 和 MNSV 的检出率分别为 70.2%、62.0%、37.2% 和 2.5%,MNSV 只在吐鲁番的样品中被检测到。CMV、WMV 和 ZYMV 两者之间以及三者之间的复合侵染较为普遍。在所检测的样品中没有发现 CGMMV、PRSV、TNV 和 SqMV。2016 年韩盛等^[15]报道,从新疆吐鲁番地区采集甜瓜病毒病样品,采用 RT-PCR 方法进行病毒种类的检测。所检测的病毒种类为:WMV、ZYMV 和南瓜蚜传黄化病毒(Cucurbit aphid-borne yellows virus, CABYV)。结果表明,WMV、ZYMV 和 CABYV 的检出率分别为 87.5%、50% 和 30%,病毒复合侵染普遍发生。2017 年玉山江·麦麦提等^[16]报道,甜瓜叶脉坏死病毒(Melon vein necrosis virus, MVNV)在新疆哈密瓜主栽区发生较为普遍。2017 年王东等^[17-18]报道,从新疆吐鲁番、托克逊县、鄯善县、哈密市、伽师县、阿勒泰、北屯市、石河子、五家渠、昌吉和阜康采集哈密瓜病毒病样品,采用 RT-PCR 方法进行病毒种类的检测。所检测的病毒种类为:CMV、WMV、ZYMV、SqMV、PRSV、CGMMV、TNV、西葫芦黄斑病毒(Zucchini yellow fleck virus, ZYFV)、西瓜银斑病毒(Watermelon silver mottle virus, WSMoV)、番茄斑萎病毒(Tomato spotted wilt virus, TSWV)、摩洛哥西瓜花叶病毒(Moroccan watermelon mosaic virus, MWMV)和番茄环斑病毒(Tomato ringspot virus, ToRSV)。结果表明,WMV、CMV 和 ZYMV 的检出率分别为 77.0%、60.0% 和 41.1%。WMV、CMV 和 ZYMV 两者之间以及三者之间的复合侵染较为普遍。在所检测的样品中没有发现 SqMV、PRSV、CGMMV、TNV、ToRSV、TSWV、MWMV、WSMoV 和 ZYFV 等病毒。

综上所述,目前已报道的侵染新疆哈密瓜的病毒种类为 WMV、CMV、ZYMV、CABYV、SqMV、MNSV、MVNV 和 TNV。其中 WMV、CMV 和 ZYMV 为害最为严重,不同病毒之间复合侵染较为普遍。从现有的文献报道来看,有关新疆哈密瓜病毒的种类鉴定主要集中在北疆地区,南疆地区较少。由于南疆地区是新疆哈密瓜主要的产区之一,加之病毒病为害较为严重,因此以后需要加强对南疆地区哈密瓜病毒种类的进一步鉴定。

3 新疆哈密瓜病毒的生物学特性研究

1979 年谢浩^[19]报道了麦二叉蚜传播新疆甜瓜病毒病的研究,初步证明麦二叉蚜是传播甜瓜病毒病的介体,采取灭蚜措施可以减轻此病害。1982 年尹玉琦等^[8]报道了侵染新疆昌吉和石河子地区哈密瓜的 CMV 和 WMV 的寄主反应。2003 年赵荣乐等^[20]报道了一株感染新疆甜瓜的 WMV 的纯化。2005 年郑光宇^[21]报道了一个 CMV 分离物的生物学特征,该分离物从 CMV 感染的新疆甜瓜中获得。2006 年郑光宇^[22]报道了一个感染新疆甜瓜的 CMV 分离物的桃蚜传播特性。2016 年王东等^[23]报道,将侵染新疆鄯善县哈密瓜的 WMV 分离物进行了分离纯化。2016 和 2017 年王东等^[24-26]分别报道了来自新疆多个哈密瓜主栽区侵染哈密瓜的 11 个 WMV 分离物、17 个 CMV 分离物和 13 个 ZYMV 分离物的寄主反应。结果表明,新疆病毒分离物的寄主反应与已报道的来自其他国家的分离物有一定的差异。此外,新疆不同地理来源病毒分离物的寄主反应存在一定的变异性。

综上所述,虽然目前有关新疆哈密瓜病毒的生物学特性有一些研究报道,但这些研究报道主要集中在病毒分离物的蚜虫传播、分离纯化和寄主反应上,目前尚无病毒、传播介体和寄主之间相互作用的研究报道。病毒、传播介体和寄主之间相互作用的研究对于病毒病的防控具有较为重要的意义。因此,有关新疆哈密瓜病毒与传播介体和哈密瓜之间的互作研究需要进一步的加强。此外,新疆不同地理来源病毒分离物的寄主反应存在一定的变异性,这种变异性的原因有待进一步的深入研究。例如,2017 年王东等^[25]报道,来自新疆其他地区的 10 个 WMV 分离物在南瓜上表现隐症侵染,而来自南疆伽师县的 WMV 分离物 JS-1 在南瓜上引起轻花叶。南疆伽师县 WMV 分离物与新疆其他地区 WMV 分离物出现这种差异性的原因有待进一步的研究。

4 新疆哈密瓜病毒的分子生物学特征研究

2008 年刘卫荣等^[27]报道了侵染新疆石河子地区葫芦科作物的 5 个 ZYMV 分离物的分子鉴定和外壳蛋白基因(cp 基因)的序列分析,5 个分离物中有 1 个分离物来自甜瓜。2011 年黄素芳等^[28]采用 PCR-SSCP 分析了 12 个 WMV 分离物的遗传变异,这些分离物来自新疆各类葫芦科作物,其中有 2 个分离物来自哈密瓜。2015 年何丹等^[29]报道了侵染新疆甜瓜的 8 个 WMV 分离物

cp 基因的克隆和序列分析。2015 年李继洋等^[30]报道了侵染新疆甜瓜的 16 个 CMV 分离物 cp 基因的克隆和序列分析。2016 年李继洋等^[31]报道了侵染新疆甜瓜的 19 个 ZYMV 分离物 cp 基因的克隆和序列分析。2016 年潘亚南等^[14]分别报道了侵染新疆哈密瓜的 3 个 WMV 分离物、3 个 CMV 分离物和 3 个 ZYMV 分离物 cp 基因的序列分析。2016 年韩盛等^[15]分别报道了侵染新疆吐鲁番地区甜瓜的 2 个 ZYMV 分离物、2 个 WMV 分离物和 1 个 CABYV 分离物 cp 基因的序列分析。2016 和 2017 年王东等^[17-18,26]分别报道了来自新疆多个哈密瓜主栽区侵染哈密瓜的 56 个 WMV 分离物、55 个 CMV 和 26 个 ZYMV 分离物全长 cp 基因的序列分析。

综上所述,虽然目前有关新疆哈密瓜病毒的分子生物学特征有一些研究报道,但这些研究报道主要是对病毒分离物的 cp 基因进行序列分析,而有关病毒的其他功能基因以及全基因组序列分子生物学特征尚无研究报道。此外,有关新疆哈密瓜病毒的群体遗传结构、基因组分子变异和重组以及分子进化等目前尚无研究报道,需要进一步深入研究。另外,南疆地区哈密瓜病毒分离物的分子生物学特征与北疆地区分离物有一定的差异,来自南疆的分离物在进化树上的分簇与地理来源之间表现出了较明显的相关性。例如,2017 年王东等^[17]报道,在进化树上,来自南疆伽师县的 10 个 WMV 分离物形成了一个相对独立的进化亚簇,这表明 WMV 很可能是通过一条单独的途径传入南疆伽师县的。南北疆哈密瓜病毒分离物的这种差异性需要进一步深入研究。

5 展望

作为新疆的一种特色名优果品,新疆哈密瓜品质独特,驰名中外。然而,病毒病对新疆哈密瓜的产量和品质产生了较为严重的危害,造成哈密瓜较为严重的经济损失,目前在生产上尚无有效的病毒病防控措施^[5,8,12,14,18]。目前有关新疆哈密瓜病毒的种类鉴定主要集中在北疆地区,对南疆地区哈密瓜病毒种类的鉴定需要进一步加强。目前有关新疆哈密瓜病毒与传播介体和哈密瓜之间的互作研究、新疆哈密瓜病毒的群体遗传结构、基因组分子变异和重组、全基因组序列分子生物学特征以及分子进化等目前尚无研究报道,还需要进一步深入研究。另外,南北疆哈密瓜病毒分离物在寄主反应和系统进化树上表现差异性的原因尚需进一步深入研究。

病毒作为一类分子寄生物,对其进行有效防控较为困难,目前尚无有效的化学防治药剂和有

效的防治方法^[32],利用抗病毒品种是田间进行病毒病防控的有效措施。筛选具有病毒抗性的种质是抗病毒品种选育的前提和基础。王东^[18]选取了 10 个侵染新疆哈密瓜的 WMV、CMV 和 ZYMV 分离物对 25 个甜瓜品种进行了室内抗病性鉴定,从而为新疆哈密瓜抗病毒品种的选育奠定了一定的基础,但有关新疆哈密瓜抗病毒品种的选育还需要进一步深入研究。目前,有关新疆哈密瓜主栽区哈密瓜病毒病的越冬场所、初侵染来源和田间传播途径等尚无研究报道,因此,要进一步深入研究哈密瓜病毒病在田间发生和流行规律,为新疆哈密瓜病毒病的防控奠定基础。

参考文献:

- [1] 吴元信,顾正清.哈密瓜名称的由来[J].中国西瓜甜瓜,2005(2):51.
- [2] 杨渡.浅谈新疆甜瓜产业发展[J].新疆农业科学,2002,39(1):1-5.
- [3] 王谦.新疆农业气候资源的分析与评价[J].干旱地区农业研究,1992,10(2):91-97.
- [4] 中国农业科学院郑州果树研究所.中国西瓜甜瓜[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [5] 谢浩,杨秀荣,董平.农作物病毒病及防治[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1994.
- [6] 吾尔尼沙,李维琪,彭加木.新疆哈密瓜花叶病原体的研究(I.病毒质粒的分离提纯方法)[J].生物化学与生物物理学报,1980,12(3):237-241.
- [7] 林成,星常福.甜瓜病毒病调查初报[J].新疆农业科学,1964(5):184.
- [8] 尹玉琦,崔星明,全俊仁,等.新疆哈密瓜病毒病毒源的分离和鉴定[J].植物保护学报,1982,9(3):157-163.
- [9] 李国玄,王志民,孙怡,等.引起哈密瓜坏死的两种病毒的分离及鉴定[J].植物病理学报,1985,15(3):165-170.
- [10] 古勤生,范在丰,李怀方.葫芦科作物病毒名录[J].中国西瓜甜瓜,2002(1):45-47.
- [11] 黄传贤,覃秉益,奚仲兴,等.从新疆哈密瓜分离到的烟草坏死病毒及其理化性质的研究[J].植物病理学报,1984,14(3):153-158.
- [12] 魏宁生,张满良,吴云峰,等.新疆、甘肃甜瓜病毒病的鉴定及防治[J].植物保护学报,1991,18(1):81-85.
- [13] 郑光宇,董涛.在新疆发生的小西葫芦黄化花叶病毒的研究初报[J].植物病理学报,1991,21(1):72.
- [14] 潘亚南,韩剑,吴海波,等.新疆哈密瓜病毒的 DAS-ELISA 检测和分子鉴定[J].园艺学报,2016,43(6):1107-1116.
- [15] 韩盛,韩成贵,玉山江·买买提,等.新疆吐鲁番地区三种甜瓜病毒病的发生与分子鉴定[J].新疆农业科学,2016,

53(10):1829-1842.

- [16] 玉山江·买买提,杨渡,韩盛,等.甜瓜叶脉坏死病毒病在新疆发生与分布[J].新疆农业科学,2017,54(12):2262-2266.
- [17] Wang Dong, Li Guan, Du Shanshan. Occurrence of viruses infecting melon in Xinjiang of China and molecular characterization of *Watermelon mosaic virus* isolates[J]. Eur J Plant pathol, 2017, 147: 919-931.
- [18] 王东.新疆哈密瓜病毒的种类组成及地理变异研究[D].乌鲁木齐:新疆大学,2017.
- [19] 谢浩.麦二叉蚜传播新疆甜瓜病毒病的研究[J].新疆农业科学,1979(3):13-24.
- [20] 赵荣乐,郑光宇.西瓜花叶病毒-2 新疆株的纯化[J].北京师范大学学报(自然科学版),2003,39(5):658-662.
- [21] 郑光宇.感染新疆甜瓜的黄瓜花叶病毒的生物学特征[J].喀什师范学院学报,2005,26(3):49-52.
- [22] 郑光宇.黄瓜花叶病毒新疆株桃蚜传播特性[J].吉首大学学报(自然科学版),2006,27(3):75-77.
- [23] 王东,杜姗姗,李冠.西瓜花叶病毒新疆部善分离物的纯化及不同甜瓜品种的抗病性鉴定[J].园艺学报,2016,43(5):991-997.
- [24] 王东,李冠. CMV 新疆哈密瓜分离物的寄主反应及其 cp 序列分析[J].园艺学报,2016,43(10):1961-1970.
- [25] Wang Dong, Li Guan. Host reaction of *Watermelon mosaic virus* isolates infecting melon from different geographical origins in Xinjiang of China[J]. Horticultural Plant Journal, 2017, 3(1):23-28.
- [26] Wang Dong, Li Guan. Biological and molecular characterization of Zucchini yellow mosaic virus isolates infecting melon in Xinjiang, China[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2017, 39:48-59.
- [27] 刘卫荣,向本春,韩盛.新疆小西葫芦黄化花叶病毒的分子鉴定与序列分析[J].西北农业学报,2008,17(4):223-228.
- [28] 黄素芳,向本春,李虎,等.新疆西瓜花叶病毒 2 号遗传变异的 PCR-SSCP 分析[J].植物病理学报,2011,41(3):310-313.
- [29] 何丹,海利力·库尔班,玉山江·买买提,等.西瓜花叶病毒(WMV)外壳蛋白基因克隆及序列分析[J].新疆农业科学,2015,52(10):1849-1858.
- [30] 李继洋,何丹,杨渡,等.侵染新疆甜瓜的黄瓜花叶病毒外壳蛋白的克隆及其序列分析[J].基因组学与应用生物学,2015,34(12):2716-2727.
- [31] 李继洋,杨渡,韩盛,等.侵染新疆甜瓜的 ZYMV 外壳蛋白基因克隆及其序列分析[J].农业生物技术学报,2016,24(5):718-728.
- [32] Moradi Z. Diagnosis and molecular variability of *Watermelon mosaic virus* isolates from north, east, north-east and north-west regions of Iran[J]. Asian Journal of Plant Pathology, 2011, 5:115-125.

Research Advances on Viruses of Cantaloupe Melon in Xinjiang

WANG Dong

(College of Life and Geographic Sciences, Kashi University, Kashi 844000, China)

Abstract: In order to alleviate the harm of cantaloupe virus disease, this article reviewed cantaloupe melon in Xinjiang, including early studies, virus identification, biological traits, and molecular traits, and prospected the interactions between viruses and hosts, the genetic structure of the population of cantaloupe viruses in Xinjiang, the molecular variability and recombination of viral genome, the molecular traits of complete genome sequences, molecular evolution, the breeding for resistant varieties, the epidemic features of virus diseases in the field, and the control and scientific prevention of virus diseases of cantaloupe melon in Xinjiang.

Keywords: cantaloupe virus in Xinjiang; virus identification; biological trait; molecular trait; prevention and control