

doi:10.11937/bfyy.20181837

水仙病毒病研究进展

臧颖, 严纯, 戴凯新, 甘海峰, 贺振

(扬州大学园艺与植物保护学院, 江苏扬州 225009)

摘要:水仙花色美味香、姿态幽雅,在海内外享有盛誉,在我国传统花卉生产中占有十分重要的地位。水仙病毒病在世界范围内普遍发生,一直以来严重影响着水仙的生产。该研究就水仙上常见的病毒病种类及其生物学特性进行综述,旨在了解水仙病毒发生分布情况,为水仙生产中病毒病的防控提供理论基础。

关键词:水仙;病毒病;种类

中图分类号:S 436.8⁺1 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2019)05-0153-08

水仙(*Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem.)属石蒜科多年生草本植物,是世界著名的观赏球根花卉。水仙作为我国传统的球根植物,是我国的十大名花之一,其与兰花、菊花、菖蒲并列为花中“四雅”;又与梅花、茶花、迎春花并列为雪中“四友”。水仙一直被世人视为美好、吉祥、高尚、纯洁的象征,除了观赏价值高,水仙还具备一定的药用价值。

从20世纪80年代开始,水仙在全国范围内流行起来。病毒在水仙的长期栽培过程中对水仙的品质造成严重的损害^[1]。而且水仙多无性繁殖,病毒可在其体内不断积累,并通过子代进一步传播和扩散,造成水仙鳞茎严重退化,花枝减少,种球变小,严重阻碍商品水仙的生产和发展。

目前,已知的水仙病毒有20多种。其中以水仙为寄主名称的有水仙花叶病毒(*Narcissus mosaic virus*, NMV)、水仙黄条病毒(*Narcissus yellow stripe virus*, NYSV)、水仙死顶病毒

(*Narcissus tip necrosis virus*, NNTNV)、水仙退化病毒(*Narcissus degeneration virus*, NDV)、水仙潜隐病毒(*Narcissus latent virus*, NLV)、水仙迟黄病毒(*Narcissus late season yellows virus*, NLSYV)、水仙Y病毒(*Narcissus virus Y*, NVY)、水仙巧克力斑病毒(*Narcissus chocolate spot virus*, NCSV)。此外,从水仙中还分离到南芥菜花叶病毒(*Arabis mosaic virus*, ArMV)、悬钩子环斑病毒(*Raspberry ringspot virus*, RRV)、草莓潜隐环斑病毒(*Strawberry latent ringspot virus*, SLRV)、番茄黑环病毒(*Tomato black ring virus*, ToBRV)、番茄环斑病毒(*Tomato ring spot virus*, ToRSV)、烟草脆裂病毒(*Tobacco rattle virus*, TRV)、蚕豆萎蔫病毒(*Broad bean wilt virus*, BBWV)、香石竹潜隐病毒(*Carnation latent virus*, CaLV)、黄瓜花叶病毒(*Cucumber mosaic virus*, CMV)、烟草花叶病毒(*Tobacco mosaic virus*, TMV)、中国水仙条纹病毒(*Chinese narcissus stripe virus*, ChNSV)、马铃薯Y病毒(*Potato virus Y*, PVY)以及洋葱黄矮病毒(*Onion yellow dwarf virus*, OYDV)等^[2]。

1 马铃薯Y病毒科

1.1 水仙黄条病毒

1.1.1 分类地位

水仙黄条病毒(*Narcissus yellow stripe vi-*

第一作者简介:臧颖(1997-),女,江苏宿迁人,本科,研究方向为植物病毒学。E-mail:929617766@qq.com.

责任作者:贺振(1987-),男,山东临沂人,博士,副教授,现主要从事植物病毒学等研究工作。E-mail:hezhen@yzu.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31601604);江苏省高校自然科学基金资助项目(16KJB210015)。

收稿日期:2018-07-03

rus, NYSV) 属于马铃薯 Y 病毒属 (*Potyvirus*)^[1]。

1.1.2 病毒特性

病毒粒体为弯曲线状, 大小 755 nm×12 nm。病毒基因组是正单链 RNA (+ single strand RNA, +ssRNA), 全序列长 9 650 个核苷酸^[3]。

1.1.3 侵染途径与症状

NYSV 可通过多种蚜虫以非持久性方式传播, 包括甜菜蚜 (*Aphis fabae*)、豌豆蚜 (*Acyrtosiphon pisum*) 和大戟长管蚜 (*Macrosiphum euphorbiae*) 等^[1]。

已报道的 NYSV 主要的自然寄主是石蒜科的水仙和长寿花。病毒侵染水仙可引起叶片出现黄色条纹、花叶症状, 有些情况下也会导致鳞球茎的明显变小、花瓣着色不均等, 其在长寿花上引起的主要症状是叶片上表现狭长的黄色条纹^[4]。NYSV 在全世界的水仙栽培区都有分布, 这其中主要包括中国、美国、英国、南非、荷兰、大洋洲等地区^[5-7]。

1.2 水仙潜隐病毒

1.2.1 分类地位

NLV 水仙潜隐病毒 (*Narcissus latent virus*, NLV) 属于柘橙病毒属 (*Macluravirus*) 成员^[8]。

1.2.2 病毒特性

病毒粒子大小 650 nm×13 nm, 粒体的形态是直线或者轻微弯曲线状。病毒基因组是 ssRNA, 全序列长 8 172 个核苷酸^[9]。

1.2.3 侵染途径与症状

NLV 可通过蚜虫非持久性方式以及汁液接触传播。可以侵染石蒜科 (*Amaryllidaceae*)、鸢尾科 (*Iridaceae*)、苋科 (*Amaranthaceae*)、茄科 (*Solanaceae*)、蝶形花科 (*Papilionaceae*) 植物, 已报道的自然寄主包括黄水仙 (*Narcissus pseudonarcissus*)、鸢尾 (*Iris xiphium*)、唐菖蒲 (*Gladiolus hybrids*)、根希百合 (*Nerine sarniensis*) 等。

NLV 一般和其它病毒复合侵染水仙, 其单独侵染时导致水仙叶片顶端出现褪绿的黄色条形斑纹, 与其它病毒混合侵染时引起植株斑驳、坏死、花叶、黄化、香味变淡、花箭减少以及畸形矮化等症状, 直接造成水仙的品质下降, 从而严重影响或直接失去观赏价值, 进而使其商品价值大幅度降低。NLV 的分布范围较广, 包括德国、英国、荷

兰、以色列、意大利、新西兰、澳大利亚还有中国的水仙栽培区^[10]。

1.3 水仙退化病毒

1.3.1 分类地位

水仙退化病毒 (*Narcissus degeneration virus*, NDV) 属于马铃薯 Y 病毒属, 它是由 BRUNT 在英国水仙花变种 (*Narcissus tazetta* cv.) 上发现的, 也是水仙上一种发生较为严重的病毒^[11-12]。

1.3.2 病毒特性

NDV 的病毒粒子长 750~770 nm, 线条状, 受病毒侵染的植株叶肉细胞内会产生典型的风轮状内含体^[13]。NDV 是 ssRNA, 全长为 9 816 nt。在受到该病毒侵染后, 水仙叶片上常常产生褪绿条纹的症状。

1.3.3 寄主范围和分布

NDV 的传播途径目前尚不清晰。其寄主范围较窄, 目前已经报道的主要局限在一些石蒜科 (*Amaryllidaceae*) 植物上, 其中包括中国水仙 (*Narcissus tazetta* var. *chinensis*)、喇叭水仙 (*Narcissus pseudonarcissus*)、红口水仙 (*Narcissus poeticus*) 等。NDV 主要分布于英国、荷兰、新西兰、澳大利亚以及中国等国家^[14]。

1.4 洋葱黄矮病毒

洋葱黄矮病毒 (*Onion yellow dwarf virus*, OYDV) 属于马铃薯 Y 病毒属。

病毒大小 (680~900) nm×(11~13) nm, 形态为弯曲线状, 螺旋对称结构, 包膜, 病毒核酸分子是 ssRNA, 大小约 9.7 kb^[15]。

OYDV 的寄主范围窄, 主要是洋葱、大蒜, 该病毒通过鳞茎远距离传播, 在田间传播一般依靠蚜虫^[16]。受到 OYDV 侵染的洋葱植株会发生矮化, 叶片产生无规则的黄色条纹甚至叶片完全黄化, 而且产生叶片扁平、下卷、脆化和皱缩等症状。也会在出芽和储存期间出现洋葱鳞球茎变质腐败的症状。带有该病毒的洋葱种子不仅会出现花茎条纹、皱缩和变形, 还会导致花和种子数目的减少以及种子品质的降低^[17]。

1.5 马铃薯 Y 病毒 (PVY)

1.5.1 分类地位和分布

PVY 是马铃薯 Y 病毒属的代表种。自 1931

年首次于马铃薯中发现 PVY 以来,该病毒已经在全球范围内广泛传播。20 世纪 90 年代初, PVY 在中国及亚洲地区周边国家呈上升发展趋势,目前,该病毒在世界各地均有发生^[18]。

1.5.2 病毒特性

病毒粒体形态为线状,弯杆形,其大小 730 nm×11 nm,螺旋对称,螺距 3.4 nm,基因组为长约 10 kb 的 ssRNA,通过多聚蛋白策略编码 1 个多聚蛋白,经蛋白酶切割后形成 10 个蛋白, PVY 基因组内还有一个由移码翻译产生的 PIPO 蛋白,经过这 2 种方式最后可以形成 11 个成熟的多功能蛋白。颗粒大致含有 95% 的蛋白质和 5% 的核酸。其致死温度 52~55 °C,体外保毒期 2~3 d,血清反应较明显^[19]。稀释限点 100~1 000 倍,钝化温度 52~62 °C。体外存活期 2~3 d。

1.5.3 寄主范围

PVY 的寄主种类多,至少可侵染 34 个属的 163 种植物,其中受害最为严重的是茄科、藜科和豆科植物,机械接种可感染 120 种植物^[20]。

1.6 水仙迟黄病毒

1.6.1 分类地位

水仙迟黄病毒(*Narcissus late season yellow virus*, NLSYV)是马铃薯 Y 病毒属成员。该病毒最早由 BRUNT 报道并命名。

1.6.2 寄主范围和分布

NLSYV 主要侵染水仙的某些品种,自然寄主较窄。该病毒目前主要分布在英国、荷兰、澳大利亚和其他一些花卉贸易国家^[21]。

1.6.3 病毒特性

该病毒是单链 RNA 病毒,病毒粒子大小为 750 nm×12 nm。在受感染的水仙细胞内形成马铃薯 Y 病毒常具有的典型的风轮状内含体^[22]。

1.6.4 侵染途径和症状

NLSYV 可以通过有翅桃蚜(*Myzus persicae*)在水仙间传播。NLSYV 也可以和其它植物病毒如虎眼万年青花叶病毒(*Ornithogalum mosaic virus*, OrMV)或水仙无症状病毒(*Narcissus symptomless virus*, NSV)复合侵染水仙^[23]。

水仙受该病毒侵染后,常在叶片上表现为狭长的褪绿条纹,椭圆状斑块等症状。这些症状只局限在部分或全部叶片和花茎上,一般在花期后的 2~3 周才出现,随后植株逐渐衰老枯萎。

1.7 百合斑驳病毒

1.7.1 分类地位和寄主范围

百合斑驳病毒(*Lily mottle virus*, LMoV)属马铃薯 Y 病毒属。刘博等^[24]利用 RT-PCR 技术首次在喇叭水仙(*Narcissus pseudonarcissus*)上检测到百合斑驳病毒,并通过测序进一步确定该病毒。

1.7.2 传播途径与症状

百合斑驳病毒单独或与其它病毒复合侵染百合和郁金香时常表现为花瓣斑驳^[25]。但目前尚未发现感染百合斑驳病毒的喇叭水仙植株花朵出现颜色明显异常的现象^[26],只观察到种植前球的表面有黄褐色斑点,组培球长势受抑制。推测可能原因是病毒侵染时期较短,积累量不够因而不能表现出斑驳症状,或者受侵染水仙体内还存在其它病毒,对该病毒产生了拮抗作用而使其受害症状表现不明显。

2 线性病毒科

2.1 水仙花叶病毒

2.1.1 分类地位

水仙花叶病毒(*Narcissus mosaic virus*, NMV)属马铃薯 X 病毒属(*Potexvirus*)成员。NMV 目前据报道分为 2 个株系,分别为分离株 M 和典型分离株。分离株 M 会使茴藜褪绿,在菜豆上则会引起坏死斑;而典型分离株在茴藜和菜豆上的症状不明显^[27]。

2.1.2 病毒特性

NMV 粒体呈螺旋纤维状,大小 550 nm×13 nm,X 射线衍射测量螺距为 3.3~3.6 nm,每 5 圈螺旋结构重复 1 次,每圈含有 6.8 个外壳蛋白亚基^[28-29]。NMV 的核蛋白多聚体分为短管状(短粒体)和纤维管状(长粒体)2 种形态。NMV 基因组为 ssRNA,长度为 6 955 nt,含有 6 个开放阅读框(ORF),其中第 5 个 ORF 为编码了 26 K 的外壳蛋白^[30]。

2.1.3 在植物组织和细胞内的分布不同

受 NMV 感染的水仙植株中,NMV 可存在于叶片病斑、无病斑部位和叶片基部的下表皮组织、鳞片外表皮组织、鳞茎盘维管束等。NMV 含量随其所处部位不同而不同:无病斑部位和叶片

基部 NMV 含量少于叶片病斑部位下表皮组织中 NMV 含量;鳞片外表皮组织中 NMV 含量,远端的多于近鳞茎盘端的;鳞茎盘维管束中 NMV 含量多于其周围细胞^[27]。

不同研究者关于 NMV 在细胞内存在形式的看法也不尽相同,有学者认为 NMV 病毒颗粒分散在细胞质中,在细胞核内集结成束;沈明山等^[31]用免疫酶标光镜和电镜研究证实 NMV 不仅存在于细胞质中,而且在细胞核中也有分布,并观察到由颗粒所构成的内含体在细胞质和细胞核内均有分布,认为 NMV 在水仙细胞内存在形式有类似于与其同组的马铃薯 X 病毒属的纤维状内含体,也存在着分散的病毒颗粒。最终定论尚需进一步的研究。

2.1.4 侵染途径与症状

NMV 对敏感植物的侵染分为 2 类:一是局部侵染,二是系统侵染。其中对水仙是系统侵染。有研究表明,水仙花叶病毒通过机械和鳞茎传播,病毒的主要侵染源是带毒种球^[32]。受 NMV 侵染的水仙首先在叶片或花梗处产生形状不规则的退绿斑,后期随着病情加重花叶症状逐渐明显,严重时还会有叶片扭曲、黄化、矮缩、畸形等症状。但具体症状也会随品种不同而有一定差异。

2.2 香石竹潜隐病毒

2.2.1 分类地位和寄主范围

香石竹潜隐病毒(*Carnation latent virus*, CaLV)属香石竹潜隐病毒属^[33],是为害香石竹的重要病毒之一,常与其它病毒混合侵染。该病毒可侵染香石竹、美国石竹、石竹、白滨石竹等植物。除了侵染香石竹科外,还侵染一些豆科植物,在寄主上一般隐症。据相关报道,在水仙上也发现了该病毒的存在^[34]。

2.2.2 病毒特性

病毒粒子呈直线状,大小 600 nm×12 nm,钝化温度为 60~65 °C;稀释限点为 10⁻³~10⁻⁴;沉降系数为 1.67 S;在 20 °C 时,可在体外存活 2~3 d,也有 6~9 d 的报道。

2.2.3 传播途径与症状

其汁液能传毒;能够通过蚜虫产生非持久性的传播。引起植株不同程度地出现矮化、畸形、花叶、坏死、花朵变小、花苞开裂、花碎色、花色暗淡等症^[35]。由于香石竹潜隐病毒单独感染时不

产生症状,往往被人忽视,因此在检测及预防过程中应引起注意。

3 豇豆花叶病毒科

3.1 南芥菜花叶病毒

3.1.1 分类地位和分布

南芥菜花叶病毒(*Arabid mosaic virus*, ArMV)属线虫传多面体病毒属(*Nepovirus*)。ArMV 在欧洲的德国、法国、英国等 10 多个国家发生较为普遍,在美国、加拿大、澳大利亚、新西兰、日本、南非等国家也有报道^[36]。目前,ArMV 病毒是我国对外检疫的二类检疫性有害生物^[37]。

3.1.2 病毒特性

病毒粒子为等轴二十面体,直径约 30 nm,无包膜。基因组含 2 条 ssRNA, RNA1 编码复制酶, RNA2 编码运动蛋白(movement protein, MP)和外壳蛋白(CP)。

3.1.3 寄主范围和传播途径

ArMV 寄主范围广泛,可侵染 174 属,215 种植物,其中包括许多经济作物,如瓜类、马铃薯、烟草、豆类、胡萝卜、甜菜、郁金香、唐菖蒲、水仙、月季、矮牵牛等,可引起花叶、黄化、褪绿、矮化、皱缩甚至坏死等症状,严重影响作物的产量和品质^[38-39]。

在自然条件下,ArMV 主要经汁液摩擦和介体线虫传播,传播介体主要为异尾剑线虫(*Xiphinema diversicaudatum*)^[40]和麦考岁剑线虫(*Xiphinema coxi*)等。ArMV 也可通过种子、鳞球茎、块根和苗木等无性繁殖材料远距离传播,在许多寄主上种传率超过 10%^[41]。

3.2 草莓潜隐环斑病毒

草莓潜隐环斑病毒(*Strawberry latent ring-spot virus*, SLRSV)隶属线虫传多面体病毒属(*Nepovirus*),是蔷薇科果实类作物上的重要病害之一。该病主要分布在欧洲、美国、俄罗斯等地,我国尚未发现该病毒,因此是我国重要检疫性有害生物之一^[42]。

SLRSV 病毒粒子球形,直径 30 nm。第一次被发现是在 1964 年,科学家们在苏格兰的草莓和树莓上检测到了这种病毒。现今发现该病毒可侵染 27 个科的 126 种植物,寄主范围十分广泛^[43]。

由于 SLRSV 可通过长剑线虫 (*Xiphinema* sp) 传播, 所以很多国家都通过土壤处理的方式控制该病毒, 得到了很好的效果^[44]。此外, 也可通过种子、嫁接和机械传播。有研究发现, 美国的一处草莓田里有该种病毒病的发生, 但是土里却没有线虫, 因此有人怀疑是不是昆虫也能作为 SLRSV 的介体来传播, 不过此说法还没有研究证实^[45-46]。

3.3 悬钩子环斑病毒

3.3.1 分类地位和分布

悬钩子环斑病毒 (*Raspberry ringspot virus*, RRSV), 又称苏格兰悬钩子曲叶病毒, 红醋栗环斑病毒。属线虫传多面体病毒属 (*Nepovirus*)。该病毒主要分布在法国、挪威等欧洲地区。是我国一种检疫性病害。

3.3.2 病毒特性

RRSV 病毒粒子为球状, 直径 20 nm。粒子颗粒大小一致, 其沉淀物主要有 3 种成分: 空壳蛋白 (T) 和 2 种 RNA 数目不同的核蛋白质 (M 和 B)。电镜下观察病毒粒子, 最明显的是空壳蛋白, 颗粒完整或不完整, 有的有磷钨酸渗入。这些颗粒分别对应于 T、M 和 B 3 个组分。

病毒基因组包含 2 种单链 RNA (RNA1 和 RNA2)。B 组分中有 1 个 RNA1 和 2 个 RNA2, M 组分中只有 1 个 RNA2 分子。病毒完成侵染需要 2 种 RNA 都存在, 其毒性是由 2 种 RNA 共同决定的。RNA1 决定寄主范围, 种子传毒和症状类型, RNA2 决定其它症状反应, 线虫传毒和血清学特异性。一个株系的 RNA1 和另一个株系的 RNA2 混合得到的分离物是假重组分离物。

3.3.3 寄主范围

RRSV 的寄主主要是悬钩子, 不同品种的感病性差异大。此外, 该病毒也能侵染悬钩子属和茶树属植物, 还可以侵染草莓、樱桃、红醋栗、葡萄、水仙等植物。同时, 许多野生或栽培的双子叶和单子叶植物也对该病毒表现敏感, 其中, 双子叶植物至少有 14 个科。

3.4 番茄黑环病毒

番茄黑环病毒 (*Tomato black ring nepovirus*, TBRV) 隶属线虫传多面体病毒属 (*Nepovirus*)^[47]。

该病毒粒体为等轴多面体, 直径为 30 nm。病毒基因组含 2 条 ssRNA, RNA-1 和 RNA-2^[48]。

TBRV 寄主范围广, 能够侵染农作物、蔬菜、

花卉等多种植物。除番茄黑环外, 还可在甜菜、莴苣、菜豆、悬钩子等植物上引起环斑, 在芹菜上产生黄脉, 还会在马铃薯上产生花束和假珊瑚状, 桃树新枝矮缩状等症^[49]。该病毒传播途径很多, 如种子、土壤和植物繁殖材料等, 随运输过程而进行远距离的传播。因该病毒适生性强, 为害严重, 2007 年被收录到进境植物检疫名录中^[50]。

3.5 番茄环斑病毒

番茄环斑病毒 (*Tomato ringspot virus*, ToRSV), 隶属线虫传多面体病毒属 (*Nepovirus*)^[51]。

ToRSV 是能自然侵染豆类、瓜类及花卉等寄主的危险性植物病毒, 可以通过种子及鳞茎、块茎、苗木等无性繁殖材料远距离传播。目前, ToRSV 是我国明确规定禁止入境的检疫性病毒^[52]。

3.6 蚕豆萎蔫病毒

3.6.1 分类地位与寄主范围

蚕豆萎蔫病毒 (*Broad bean wilt virus*, BBWV) 是蚕豆病毒属 (*Fabavirus*) 的典型种, 是危害蚕豆的主要病毒^[53]。BBWV 是一种世界性流行的病毒, 它的寄主范围非常广, 除了可以侵染豆类作物、蔬菜、药用植物、花卉和烟草外, 还可侵染葡萄、梓树和柠檬等多种木本植物, 造成严重的危害^[54]。它可侵染分属于 44 科 186 属中的 328 种植物。

3.6.2 病毒特性

BBWV 病毒粒子球形, 钝化温度 58 °C。21 °C 时体外存活 2~3 d。该病毒基因组由 2 条单链 RNA 分子组成, 外壳蛋白由 2 种亚基组成。BBWV 有 2 种血清型, 依据血清型差异将其区分为 2 个种, 即 BBWV1 和 BBWV2。我国尚未见到 BBWV1 发生的报道, 而 BBWV2 则普遍发生。

3.6.3 传播与症状

该病毒主要通过蚜虫和机械摩擦进行非持久性传毒^[55]。感染了 BBWV 的植株幼嫩叶初期表现花叶症状, 进而转变为退绿斑驳, 最后顶叶变褐坏死, 严重的全株枯萎。发生较轻的植株可结少数几个种荚, 感病严重的植株开花结荚之前就死亡。田间有时花叶症状并不明显, 仅变黄, 叶脱落, 植株矮化。

4 其它病毒

4.1 黄瓜花叶病毒

黄瓜花叶病毒(*Cucumber mosaic virus*, CMV)是雀麦花叶病毒科(Bromoviridae)黄瓜花叶病毒属(*Cucumovirus*)的典型成员。CMV是寄主范围最广的病毒,可侵染1000多种植物,也是分布最广、最具经济重要性的植物病毒之一^[56]。

该病毒的病毒粒子球状,直径长28~30 nm。粒体仅由RNA和蛋白质组成。其中蛋白质成分占82%,RNA占18%。致死温度为65~70℃,室温下在体外能存活72~96 h。CMV为+ssRNA病毒,基因组由RNA1、RNA2和RNA3组成,共编码5个蛋白^[57]。

CMV依靠蚜虫进行非持久性传播。不同的寄主植株上蚜虫种群不同,故传毒效率受蚜虫种类、毒源植物种类等多种因素影响。感染CMV的植物有绿斑型、花叶型、皱缩型和黄化型4种典型症状。

4.2 烟草花叶病毒

烟草花叶病毒(*Tobacco mosaic virus*, TMV)为RNA病毒,属于烟草花叶病毒属(*Tobamovirus*)。

TMV病毒粒子杆状,是单分体病毒。粒子18 nm×300 nm。该病毒为+ssRNA病毒,约含640 nt,其外壳蛋白含2130个亚基,这些亚基围绕RNA分子螺旋排列,每个亚基含158个氨基酸残基^[58]。

TMV寄主范围广,至少有310种植物可被其侵染,覆盖30个科,是最具经济影响力的病毒之一。烟草感染TMV后,首先在新叶上出现“明脉”症状,即沿叶脉方向出现黄绿色斑带,在灯光下观察成半通透状。接着明脉蔓延发展成黄绿花叶症状,典型的花叶症状为浓绿和浅绿相间。后期病叶变形,边缘向背卷曲,叶柄基部扭曲^[59]。

4.3 烟草脆裂病毒

烟草脆裂病毒(*Tobacco rattle virus*, TRV),病毒粒体呈直杆状,有2种粒体,长粒体(190~210) nm×25 nm,短粒体(40~80) nm×(20~25) nm,长短粒体比1:2^[60]。

TRV分布于欧洲、英国、荷兰、新西兰、日本和捷克,该病毒能自然侵染水仙,并引起轻重不同的病害^[61]。该病毒以汁液接种传染,其传染媒体主要是毛刺线虫属和寄生性毛刺线虫属的几个种^[62],感染5科22种植物,引起局部坏死斑、褪绿斑、花叶、系统坏死、黄脉、黄化等。

4.4 水仙顶端坏死病毒

水仙顶端坏死病毒(*Narcissus tip necrosis virus*, NNTV)是番茄丛矮病毒科(Tombusviridae)香石竹斑驳病毒属(*Carmovirus*)成员。该病毒粒体为等轴二十面体的对称结构,直径30 nm,含有1条+ssRNA^[63]。

NNTV传播介体未知,但可以通过摩擦接种于健康水仙上^[64]。水仙是已知的唯一寄主,可以侵染喇叭水仙的多个栽培品种。受侵染的植株一般花期过后才出现症状。一些水仙栽培种(如*N. pseudonarcissus* ‘Barrett Browning’和*N. pseudonarcissus* ‘Goblet and Redmarley’)首先在叶片的顶端出现大的坏死斑,接着坏死斑由顶部逐渐延伸到叶片底部;一些品种(如*N. pseudonarcissus* ‘Sempre Avanti’)中叶片中上部出现褪绿和坏死条纹症状;还有一些品种并没有症状表现^[65]。

5 总结

综上所述,水仙易受病毒侵染,除发生较严重的水仙花叶病毒、水仙黄条病毒等,还陆续检测到有约20多种病毒也会感染水仙。目前生产上能推广应用的抗病毒品种非常少,种球繁殖致使病毒不断积累,药剂防治困难。因此,建立脱毒健康种苗生产体系和加强检验检疫是目前防治水仙病毒病的重要手段。

该研究总结并详细介绍了感染水仙的多种病毒和其生物学特性,为加强检疫防控,研究新的、更有效的检疫手段,建立更准确、快速、系统的检测方法提供了理论依据。同时,加强病毒分子生物学及致病机理的研究,寻找抗病毒基因,以期能培育转基因抗病毒水仙品种。对病毒在水仙体内的增殖和致病机制进行研究,发展能增强水仙抗病能力的有效途径。最后提到的许多病毒尚有其它主要寄主,如进境植物百合、郁金香等,因此也为其它常见植物的检疫提供了指导。

参考文献

- [1] 沈建国,高芳奎,林双庆,等.一步 RT-PCR 检测水仙黄条病毒[J].生物技术,2014,24(1):44-48.
- [2] 林含新,林奇英,谢联辉.水仙病毒病及其研究进展[J].植物检疫,1996(4):36-38.
- [3] CHEN J,LU Y W,SHI Y H,et al. Complete nucleotide sequence of the genomic RNA of *Narcissus yellow stripe virus* from Chinese narcissus in Zhangzhou city,China[J]. Archives of Virology,2006,151(8):1673-1677.
- [4] BTUNT A A. *Narcissus yellow sripe virus*[M]. CMI/AAB Descriptions of plant virus,1971:1-4.
- [5] ASJES C J. Control situation of virus diseases in narcissus in the Netherlands[J]. Acta Horticulturae,1996,432:166-175.
- [6] LANGEVELD S A,DERKS A F L M,KONICHEVA V,et al. Molecular identification of potyviruses in Dutch stocks of *Narcissus*[J]. Acta Horticulturae,1997,430:641-648.
- [7] CLARK V R,GUY P L. Five viruses in *Narcissus* spp. from New Zealand[J]. Australasian Plant Pathology,2000,29:227-229.
- [8] 沈建国,高芳奎,虞赞等.应用 RT-PCR 检测水仙潜隐病毒[J].热带作物学报,2012,33(10):1808-1811.
- [9] GAO F,SHEN J,LIAO F,et al. The first complete genome sequence of narcissus latent virus from *Narcissus*[J]. Archives of Virology,2018,163(5):1383-1386.
- [10] WEI T,PEARSON M N,COHEN D. First report of *Narcissus latent virus* in New Zealand[J]. New Disease Reports,2006(14):23.
- [11] STONE O M,BRUNT A A,HOLLINGS M. The production,propagation and distribution of virus-free clones of *Narcissus tazetta* cv. Grand Soleil d'Or[J]. Acta Horticulturae,1975,47:77-81.
- [12] BRUNT A A. A review of problems and progress in research on viruses and virus diseases of *Narcissus* in Britain[J]. Acta Horticulturae,1980,110:23-30.
- [13] CHEN J,SHI Y H,ADAM M J,et al. Characterization of an isolate of *Narcissus degeneration virus* from Chinese narcissus (*Narcissus tazetta* var. *chinensis*) [J]. Archives of Virology,2007,152(2):441-448.
- [14] 金晶,付翔,沈建国,等.利用多重 RT-PCR 检测水仙黄条病毒、水仙退化病毒和水仙花叶病毒[J].福建农林大学学报(自然科学版),2015,44(5):462-467.
- [15] KOBAYASHI K,RABINOWICZ P,BRAVO A,et al. Coat protein gene sequences of garlic and onion isolates of the *Onion yellow dwarf virus* (OYDV)[J]. Arch Virol,1996,141:2277-2287.
- [16] RAKESH K V,RITESH M,NIKOLAY M P,et al. Gaur Molecular characterization and recombination analysis of an Indian isolate of *Onion yellow dwarf virus*[J]. European Journal of Plant Pathology,2015,143(3):437-445.
- [17] 徐启江,丁国华,陈典.黑龙江省分蘖洋葱病毒病原的初步鉴定[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2003(2):55-58.
- [18] 王玉,黄显德,魏代福,等.马铃薯 Y 病毒外壳蛋白的原核表达及抗血清制备[J].山东农业科学,2018,50(1):111-114.
- [19] 周艳玲,刘学敏,孟玉芹.马铃薯 Y 病毒的检测技术[J].中国马铃薯,2000(2):89-93.
- [20] 宋革,郭玉双,饶黎霞,等.马铃薯 Y 病毒单克隆抗体的制备及其检测应用[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2016,42(5):517-526.
- [21] WYLIE S J,NOURI S,COUTT B A,et al. *Narcissus late season yellows virus* and *Vallota speciosa virus* found infecting domestic and wild populations of *Narcissus* species in Australia [J]. Archives of Virology,2010,155(7):1171-1174.
- [22] MOWAT W P,DAWSON S,DUNCAN G H. *Narcissus late season yellows virus*[M]. AAB, Wellesbourn, UK. AAB Descriptions of Plant Virus,1998:367.
- [23] WARD L I,VEERAKONE S,TANG J,et al. First Report of *Narcissus degeneration virus*, *Narcissus late season yellows virus*, and *Narcissus symptomless virus* on *Narcissus* in New Zealand[J]. Plant Disease,2009,93(9):964.
- [24] 刘博,明军,刘春,等.喇叭水仙中百合斑驳病毒的 RT-PCR 检测及序列分析[J].园艺学报,2008,35(12):1843-1848.
- [25] 王继华,王丽花,丁元明,等.应用多重 RT-PCR 检测百合无症病毒和百合斑驳病毒[J].园艺学报,2005(2):284-287.
- [26] 贾丽霞,李志勇,马继芳.应用 IC-RT-PCR 方法检测水仙中百合斑驳病毒[J].北方园艺,2011(14):123-125.
- [27] 何炎森.水仙花叶病毒病研究概况[J].中国农学通报,2007,25(24):378-381.
- [28] TOLLIN P,WILSON H R,BANCROFT J B. Further Observations on the structure of particles of *Potato Virus X* [J]. Journal of General Virology,1980,49:407-410.
- [29] WILSON H R,TOLLIN P,RAHMAN A. The structure of *Narcissus mosaic virus*[J]. Journal of General Virology,1973,18(2):181-187.
- [30] ZUIDEMA D,LINTHORST H J,HUISMAN M J,et al. Nucleotide sequence of *Narcissus mosaic virus* RNA[J]. Journal of General Virology,1989,70:267-276.
- [31] 沈明山,洪维廉,郭洁.水仙花叶病毒的免疫酶标检测方法[J].厦门大学学报,1993,32(2):221-224.
- [32] 谢光兀.中国水仙花叶病毒初报[J].福建农学院学报,1985,14(2):171-176.
- [33] 杨雷亮,陈定虎,李明福,等.香石竹斑驳病毒属和潜隐病毒属的 PCR 检测方法研究[J].检验检疫学刊,2009,19(2):1-3.
- [34] 郑祥洋,林奇英,谢联辉.水仙上分离出的烟草脆裂病毒的鉴定[J].福建农学院学报,1990(1):58-63.
- [35] 姜春晓,蔡祝南,刘仪.香石竹潜隐病毒的研究[J].植物病理学报,1992(2):124.
- [36] 丁元明,秦绍钊,王云月,等.进境唐菖蒲种球携带南芥菜花叶病毒的检测[J].华中农业大学学报,2008(1):46-48.
- [37] 闻伟刚,赵秀玲,翁志平,等.一步 RT-PCR 检测南芥菜花叶病毒方法的建立[J].植物检疫,2003(6):330-332.

- [38] 李彬,于翠,吴翠萍,等. 进境荷兰郁金香种苗中南芥菜花叶病毒的鉴定[J]. 植物保护学报, 2010, 37(1): 9-24.
- [39] 刘毅,丁元明,陈丽梅,等. 进境百合种球南芥菜花叶病毒的检测及分子鉴定[J]. 植物检疫, 2009, 23(1): 7-9.
- [40] WETZEL T, FUCHS M, BOBKO M, et al. Size and sequence variability of the *Arabidopsis mosaic virus* protein 2A[J]. Archives of Virology, 2002, 147(8): 1643-1653.
- [41] 于翠,杨翠云,张舒亚,等. 南芥菜花叶病毒的几种 PCR 检测方法的建立和比较研究[J]. 植物病理学报, 2008, 38(4): 388-393.
- [42] 周厚成,何水涛. 草莓病毒病研究进展[J]. 果树学报, 2003, 20(5): 421-426.
- [43] BORODYNKO N, HASIOW-JAROSZEWSKA B, FIGLER-OWICZ M, et al. Identification of the new strain of *Strawberry latent ringspot virus* isolated from black locust[J]. Journal of Phytopathology, 2007, 155(12): 738-742.
- [44] TANG J, WARD L I, CLOVER G R G. The diversity of *Strawberry latent ringspot virus* in New Zealand[J]. Plant Disease, 2013, 97(5): 662-667.
- [45] TZANETAKIS I E, POSTMAN J D, GERGERICH R C, et al. A virus between families: Nucleotide sequence and evolution of *Strawberry latent ringspot virus*[J]. Virus Research, 2006b, 121(2): 199-204.
- [46] 尚巧霞. 介体传播的草莓病毒研究进展[J]. 植物保护学报, 2015, 42(4): 488-496.
- [47] MURANT A F. *Tomato black ring virus* [M]. Commonwealth Mycological Institute/Association of Applied Biologists Descriptions of Plant Viruses, 1970: 65-69.
- [48] 魏晓棠,李伟涛,陈宏,等. 番茄黑环病毒外壳蛋白基因的克隆与原核表达[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(4): 727-731.
- [49] 崔学慧,陈舜胜,胡亚萍,等. 应用 IMS-RT-PCR 方法检测番茄黑环病毒[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2011, 29(4): 21-24.
- [50] POSPICSZNY H, JONCZYK M, BORODYNKO N. First record of *Tomato black ring virus* (TBRV) in the natural infection of *Cucumis sativus* in Poland[J]. Journal of plant protection research, 2003, 439(1): 1-18.
- [51] HARRISON D. Further studies on raspberry ringspot and tomato black ring, soil borne viruses that affect raspberry[J]. Annals of Applied Biology, 1958, 46: 571-584.
- [52] 闻伟刚,崔俊霞,盛蕾. 烟草环斑病毒和番茄环斑病毒的半巢式 RT-PCR 检测[J]. 植物保护学报, 2007(1): 61-66.
- [53] 严丹侃,郑红英,张海珊,等. 蚕豆萎蔫病毒 2 号安徽分离物全基因组序列测定与分析[J]. 植物保护, 2018, 44(1): 67-73.
- [54] 周雪平,余永杰,刘勇,等. 侵染豌豆和蚕豆的蚕豆萎蔫病毒研究[J]. 浙江农业大学学报, 1995(3): 221-226.
- [55] MURPHY F A, FANQUET C M, BISHOP D H L, et al. Taxonomy-classification and nomenclature of viruses six report of the international committee on taxonem of virus[M]. Vienna: Springer-Verlag Press, 1995, 341-347.
- [56] 都彦伶,宿烽,赵新涛. 黄瓜花叶病毒病的研究和防止策略[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(Z1): 87-89.
- [57] 向志丹,张震霄,李超,等. 黄瓜花叶病毒基因沉默载体的效率和稳定性分析[J]. 浙江农业学报, 2017, 29(4): 625-630.
- [58] MA X Y, CAI J H, LI G X, et al. Molecular characterization of a distinct begomovirus infecting *Euphorbia pulcherrima* in China[J]. Phytopathology, 2004, 152: 215-218.
- [59] 季林吉. 湘南烟草花叶病毒快速检测与生物防治技术研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- [60] 田文会,张书萍. 烟草脆裂病毒甜椒环斑花叶分离物 (TRV-PRSM) 的鉴定[J]. 河北农业大学学报, 1995(4): 32-35.
- [61] 郑祥洋,林奇英,谢联辉. 水仙上分离出的烟草脆裂病毒的鉴定[J]. 福建农学院学报, 1990(1): 58-63.
- [62] 郑寨生. 马铃薯块茎感染烟草脆裂病毒贮藏期条纹症状的研究[J]. 国外农学-杂粮作物, 1995(1): 51-53.
- [63] 林双庆. 福建漳州水仙病毒病的病原鉴定及两病毒基因组全序列分析[D]. 福州: 福建农林大学, 2012.
- [64] MOWAT W P, ASJES C J, BRUNT A A. Narcissus tip necrosis virus[J]. Acta Horticulture, 1976, 59: 79-80.
- [65] MOWAT W P, ASJES C J, BRUNT A A. Occurrence, purification and properties of narcissus tip necrosis virus[J]. Annals of Applied Biology, 1997, 86(2): 189-198.

Research Progress in Narcissus Virus Diseases

ZANG Ying, YAN Chun, DAI Kaixin, GAN Haifeng, HE Zhen

(College of Horticulture and Plant Conservation, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009)

Abstract: Narcissus, with its beautiful color and elegant form, enjoyed a high reputation at home and abroad and played a very important role in the production of traditional flowers in China. Narcissus virus diseases were common diseases in the world, which had seriously influenced the production of narcissus. This study reviewed the common virus diseases on narcissus and their biological characteristics, aiming to understand the distribution of narcissus virus and provide a theoretical basis for the prevention and control of the viral diseases in narcissus production.

Keywords: narcissus; virus diseases; species