



وزارت جهاد کشاورزی

سازمان حفظ نباتات

راهنمای شناسائی و ردیابی

بیماری ویروسی چروکیدگی (روگوز) قهوه ای میوه گوجه فرنگی

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)

تهیه و تنظیم :

معاونت قرنطینه و بهداشت گیاهی

دفتر پایش و تحلیل خطر

زمستان ۱۳۹۹

بیماری چروکیدگی (روگوز) قهوه ای میوه گوجه فرنگی

Tomato brown rugose fruit virus

نام عمومی: Tomato brown rugose fruit virus

آکرونیم (acronym): ToBRFV

مقدمه:

ویروس چروکیدگی قهوه ای میوه گوجه فرنگی (ToBRFV) اولین بار در دره اردن و فلسطین اشغالی بین پاییز ۲۰۱۴ تا بهار ۲۰۱۵ گزارش شد. این ویروس از مجموعه توباموویروسهای گزارش شده و موجود در این منطقه جداسازی نگردید، بنابراین احتمال زیاد از سایر مناطق تولید گوجه فرنگی به این منطقه وارد شده است. این ویروس به آسانی از طریق تماس منتشر می شود و تاکنون به سایر مناطق تولید گوجه فرنگی در جهان گسترش یافته است. این ویروس جدید می تواند به عنوان یک گونه مهاجم در نظر گرفته شود، حتی اگر دامنه میزبانی آن به چند گونه از یک خانواده محدود شود. تاکنون خسارت این ویروس تنها روی محصولات خاص کشاورزی (گوجه فرنگی و فلفل) شناخته شده است. این ویروس از نوامبر ۲۰۱۹ در لیست Alert اتحادیه اروپا (EPPO) قرار گرفته است. اما هنوز در لیست GIDD (گروه مطالعاتی گونه های مهاجم) قرار ندارد.

طبقه بندی (تاکسونومی) ویروس:

Domain: Virus

Family: Virgoviridae

Genus: Tobamovirus

Species: Tomato brown rugose fruit virus

در ژوئن ۲۰۱۶، آدام و همکاران، پیشنهاد یک گونه جدید در جنسهای Tobamovirus را ارائه دادند به نام Tomato brown rugose fruit virus (با آکرونیم پیشنهادی ToBRFV). این گونه جدید با گونه گزارش شده از اردن توسط سالم و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت داشت. توالی کامل ژنومی این سویه در پایگاه داده ای نوکلئوتید جهان (GenBank) از ماه می ۲۰۱۶ در دسترس می باشد.

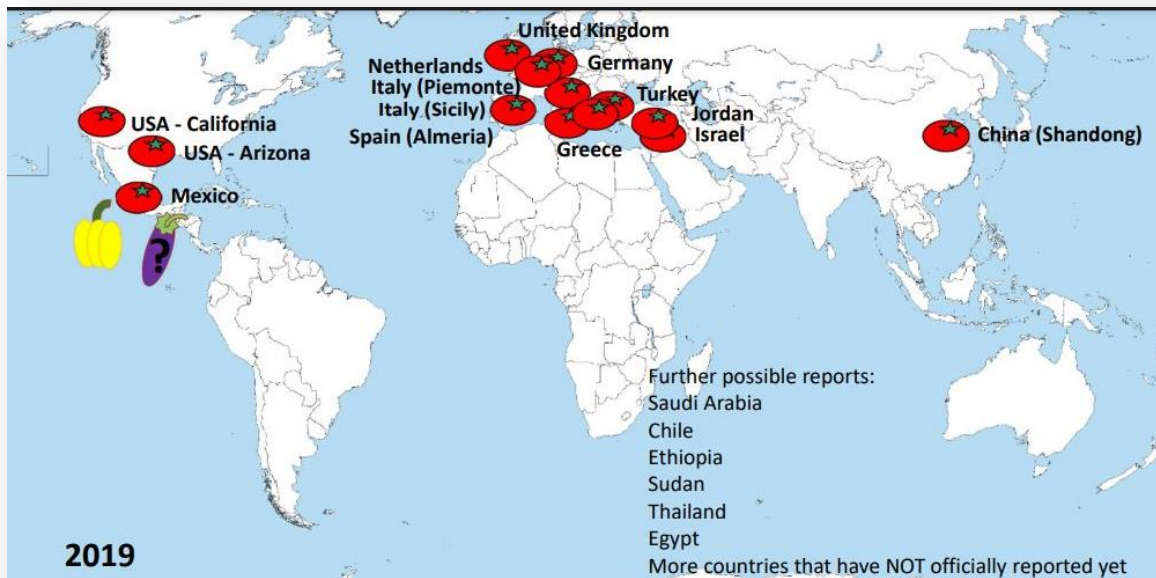
خصوصیات فنوتیپیکی ویروس:

ToBRFV از جنس توباموویروس بوده و دارای ویژگی‌های ساختاری و مولکولی معمولی توباموویروس‌ها است. این ویروس دارای پیکره‌های سخت و میله‌ای شکل به طول ۳۰۰ نانومتر و قطر ۱۷ نانومتر است. ژنوم ویروس RNA تک رشته‌ای با ۶۳۹۳ نوکلئوتید است. در حال حاضر ده توالی کامل ژنومی شامل دو توالی از اردن، یک توالی از فلسطین اشغالی، دو توالی از فلسطین، دو توالی از آلمان، یک توالی از ایتالیا، یک توالی از انگلستان و یک توالی از مکزیک در پایگاه داده‌ای GenBank در دسترس است که همگی آنها شباهت ۹۹.۵ درصدی در سطح نوکلئوتیدی با یکدیگر دارند که نشانگر شیوع شدید یک ایزوله مشابه در سراسر جهان است.



تاریخچه انتشار ویروس:

ویروس عامل چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه‌فرنگی ToBRFV، یک ویروس تازه شناسایی شده است که گیاهان گوجه‌فرنگی و فلفل از خانواده Solanaceae را آلوده می‌کند. اولین بار در گلخانه‌های کشت گوجه‌فرنگی در اردن (سال ۲۰۱۶) شناسایی شد. متعاقباً در سال ۲۰۱۷ توسط لوریا و همکاران از فلسطین اشغالی، در سال ۲۰۱۹ از مکزیک، آمریکا (کالیفرنیا و آریزونا)، آلمان، چین، فلسطین، ترکیه، ایتالیا، انگلستان، یونان، اسپانیا و عربستان سعودی و در سال ۲۰۲۰ از فرانسه گزارش گردید. گزارشات تایید نشده‌ای نیز از کشورهای شیلی، اتیوپی، سودان و هلند وجود دارد.



نقشه پراکنش جغرافیایی ویروس ToBRFV

اهمیت ویروس:

ویروس ToBRFV یکی از نگرانی‌های اصلی در تولید محصول گوجه فرنگی و فلفل در گلخانه‌های تولیدی تحت شرایط کنترلی اروپا، آمریکا، کشورهای مدیترانه‌ای و همچنین آسیا است. مواد تکثیری مانند نشاء، بذر، پیوندک و قلمه‌ها و نیز میوه‌های تازه از عوامل پرخطر ورود و انتشار این ویروس در مناطق جدید و غیر آلوده هستند. زمانیکه ویروس از طریق تجارت بین‌المللی وارد منطقه‌ای می‌شود، اقدامات کنترلی، بسیار محدود بوده و عمدتاً محدود به حذف و ریشه‌کشی گیاهان آلوده و بدنبال آن رعایت اقدامات بهداشتی شدید، نظیر شستشوی منظم دستهای کارگران، تمییز کردن چکمه‌ها قبل از ورود به گلخانه می‌باشد. خطرات بالقوه مرتبط با ویروس وارد شده به یک منطقه جدید، عمدتاً مربوط به توانایی زنده ماندن بالای ویروس و شیوع شدید از طریق انتقال مکانیکی توسط کارگران، ابزار و تجهیزات در حین کار با گیاهان آلوده می‌باشد. علاوه بر آن، انتقال از طریق بذور آلوده، سایر مواد تکثیری و محصولات گیاهی نیز از راه‌های دیگر ورود به یک منطقه جدید می‌باشد. دلیل دیگر اهمیت این ویروس، غالب شدن آن بر ژنهای مقاومت گیاهان گوجه فرنگی و فلفل حامل ژن‌های مقاومت $Tm-2^2$ و $L^{1,3,4}$ می‌باشد.

در سال ۲۰۱۹ اتحادیه اروپا این ویروس را در لیست هشدار (Alert List) وارد نمود و پس از آن در سال ۲۰۲۰ کمیسیون اتحادیه اروپا (EU Commission) اقدامات سختگیرانه ای برای جلوگیری از ورود و گسترش آن در سایر کشورهای اتحادیه اروپا اعمال نمود.

کشور استرالیا نیز از سال ۲۰۱۹ اقدامات سختگیرانه ای را برای واردات بذر گوجه فرنگی و فلفل اعمال نموده است. وزارت کشاورزی آمریکا (USDA) و سرویس بازرسی سلامت گیاه و دام (APHIS) نیز از سال ۲۰۱۹ دستورالعمل های فدرالی را برای محدود کردن واردات گوجه فرنگی و فلفل و مواد تکثیری گیاهی آلوده به ویروس ToBRFV به اجرا گذاشته است.

دامنه میزبانی ویروس:

تاکنون آلودگی طبیعی به ویروس ToBRFV تنها در گیاه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) و فلفل (*Capsicum annuum*) دیده شده است. برخی آلودگیهای بدون علائم در گونه های علفی موجود در محل کشت گوجه فرنگی و فلفل، از جمله *Solanum nigrum* و *Chenopodium murale* دیده شده است. اما این گزارشات محدود به آزمایشات بررسی دامنه میزبانی با مایه زنی ویروس می باشد. تاکنون تنها گزارش از آلودگی طبیعی گیاه فلفل به این ویروس، از کشورهای مکزیک، فلسطین و اردن و در ترکیب با ویروس Tobacco mild green mosaic virus (ساله و همکاران، ۲۰۲۰) می باشد.

مراحل رشدی متأثر از ویروس: مرحله گلدهی، مرحله میوه دهی، مرحله نشاء و مرحله رشد رویشی

Hosts	Species	Classification
	<i>Solanum lycopersicum</i>	Major
	<i>Capsicum annuum</i>	None (if L-gene containing cultivars) Major if no L-genes present
	<i>Chenopodium murale</i>	Artificial, confirmed as natural host in Israel (Dombrovsky, pers. com. 2019)
	<i>Chenopodium bengalense</i>	Artificial
	<i>Chenopodium quinoa</i>	Artificial
	<i>Nicotiana benthamiana</i>	Artificial
	<i>Nicotiana clevelandii</i>	Artificial
	<i>Nicotiana glutinosa</i>	Artificial
	<i>Nicotiana tabacum</i>	Artificial
	<i>Petunia x hybrida</i>	Artificial
	<i>Solanum nigrum</i>	Artificial and as natural host in Israel (Dombrovsky, pers comm 2019)
	<i>Solanum melongena</i>	ToBRFV only detected in seed lots not on plant material

فهرست میزبانهای ویروس ToBRFV

علائم:

ویروس ToBRFV طیف وسیعی از علائم را روی گیاه گوجه فرنگی بسته به زمان آلودگی، وارسته میزبان، مرحله رشدی میزبان و شرایط محیطی سبب می‌گردد. بر روی برگها متداولترین علائم، موزائیک همراه با تاولهای سبز تیره در برگهای رشد یافته قدیمی می‌باشد. برگهای جوان نزدیک به راس گیاه علائم لکه های زرد رنگ و بدشکلی برگ را نشان می‌دهند. اغلب برخی برگها بدشکلیهای شدیدتر با سطوح بین رگبرگی کاهش یافته را نشان می‌دهند. برخی محققین (پانو و همکاران، ۲۰۱۹) نکروز موضعی ساقه را گزارش کرده اند. همچنین نکروز دم میوه و غلاف گل نیز گزارش شده است. گاهی گلها نیز علائم پژمردگی نشان می‌دهند. معمولترین علائم بر روی میوه ها تغییر رنگ زرد یا سبز (Discoloration) می‌باشد. شدت روگوز یا چروکیدگی قهوه ای همراه با تغییر رنگ به سبز یا زرد و بدشکلی بستگی به وارسته میزبان، زمان آلودگی و شرایط محیطی دارد.

آلودگی طبیعی در فلفل با علائم طبقه بندی شده کمتری شناسایی شده است. اما میوه های با سطوح تاولی و موج دار در فلفل گزارش شده است. در یک آزمایش زیر پلاستیک، آلودگی مکانیکی گیاهان فلفل منجر به بدشکلی و موزائیک زرد رنگ همراه با لکه های سبز یا قرمز در میوه ها گردید.

به طور کلی علائم بر روی میوه ها به صورت اشکال غیر طبیعی میوه، بی رنگی یا تغییر رنگ میوه، زخمهای سیاه یا قهوه ای بر روی میوه، بدشکلی پوست میوه و کاهش سایز میوه و در گلها به صورت پژمردگی گل و در برگها به صورت نقوش غیر عادی، تاشدگی یا پیچیدگی برگ و در ساقه به صورت ظهور نکروز یا زخم می‌باشد.

Symptoms – Tomato (Leaves)



علائم ویروس ToBRFV بر روی برگهای گوجه فرنگی

Symptoms – Tomato



علائم ویروس ToBRFV بر روی میوه گوجه فرنگی



Tomato brown rugose fruit virus (TOBRFV) - <https://gd.eppo.int/>

لکه های قهوه ای ناشی از آلودگی به ویروس ToBRFV بر روی میوه
گوجه فرنگی



تغییر رنگ میوه گوجه فرنگی ناشی از ویروس ToBRFV



تغییر رنگ میوه گوجه فرنگی ناشی از ویروس ToBRFV



تغییر شکل برگها ناشی از ویروس ToBRFV



A: نقوش موزائیک سراسری روی برگهای گوجه فرنگی، B: خشکیدگی ساقه ها و دم میوه ها روی گوجه گیلاسی، C: علائم تپیک میوه با لکه های زرد رنگ، D: علائم ToBRFV روی میوه، E: علائم ترکیبی ویروس ToBRFV و Tomato spotted wilt virus(TSWV)

Symptoms – Pepper (non tobamovirus-resistant varieties only)



علائم ویروس ToBRFV بر روی برگ و میوه فلفل

زیست شناسی و انتشار ویروس :

ویروس ToBRFV همانند سایر جنسهای توباموویروسها، قدرت ماندگاری بالا و انتقال مکانیکی آسان از طریق تماس نظیر دست کارگران، لباس کارگران، ابزار آلوده ، تماس مستقیم گیاه با گیاه و مواد تکثیری دارد. ویروس در گلخانه به آسانی از طریق عملیات کشت نظیر پیوند و هرس و غیره گسترش پیدا می کند و این موضوع به خوبی شیوع سریع ویروس ToBRFV را در گلخانه های زیر کشت گوجه فرنگی و فلفل توضیح می دهد. ویروس ToBRFV در سرتاسر گیاه میزبان به صورت سیستمیک منتشر و کل بافتهای میزبان را درگیر می کند و بنابراین گیاه آلوده خود می تواند منبع آلودگی برای سایر گیاهان باشد. همچنین خاک آلوده، آب آبیاری آلوده و محلولهای کودی و غذایی می توانند منبع بالقوه آلودگی به ویروس باشند. لوریا و همکاران در سال ۲۰۱۷ دریافتند که زمانیکه گیاهان فلفل در خاک آلوده ای که قبلا در آن خاک، گیاه گوجه فرنگی آلوده کاشته شده بود، به ویروس ToBRFV بویژه در دماهای بالای ۳۰ درجه سانتیگراد آلوده گردیدند.

هچنین محققین نشان داده اند که ویروس ToBRFV می تواند از طریق زنبورهای گرده افشان *Bombus terrestris* حمل و موجب انتقال مکانیکی ویروس به گیاهان سالم گوجه فرنگی در دوره گرده افشانی و متعاقبا باعث گسترش ویروس در گلخانه های گوجه فرنگی شوند. این زنبورها به طور معمول برای انجام گرده افشانی در گلخانه های گوجه فرنگی به کار میروند که این خود می تواند یکی از عوامل مهم انتشار این ویروس باشد. از طرف دیگر هنوز ناقل اختصاصی برای انتقال این ویروس گزارش نشده است.

Routes of dissemination

Route	Local	Transboundary	Demonstrated for ToBRFV?*
Contact (plant touching)	✓		Experimental
Mechanical (cutting/tools)	✓		Experimental
Pollination (bumblebees)	✓		Experimental
Seed-borne (true OR contamination)		✓	Experimental
Plants for planting	✓	✓	X
Irrigation water	✓		X
Soil/compost	✓		Experimental
Infected fruit (repacking or retail)	✓	✓	X
Vegetable boxes	✓	✓	Experimental
Other routes? (Non-seed products, processed foods?) Other vectors? (Birds, beetles, mammals?)	✓	✓	X

*Route is assumed if known to be a factor for analogous viruses (e.g. TMV/ToMV or PepMV)

Efficacy of Handwashing

Surface	30 second water wash	30 second wash with soap	30 second wash with med. hand wash	30 second wash with med hand wash + medicated gel
Skin	+	+	+	+

Hot water treatment of trays + Disinfection

Treatment	Pre-treatment	5 minutes soak at temperature	After soak + virkon
70°C	+	+	-
90°C	+	-	-

ToBRFV : Survival on skin and



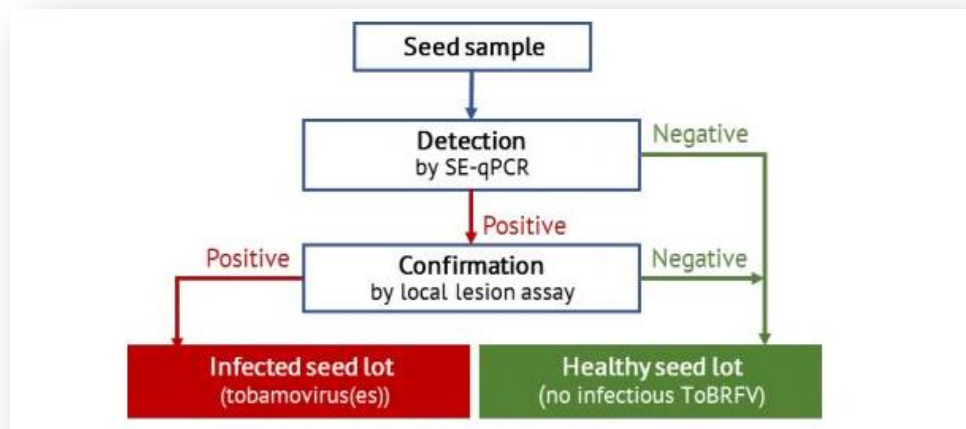
Surface	15 mins	30 min	45 min	1 hour	1 hr 30 mins	2 Hours
Skin	+	+	+	+	+	+
Gloves	+	+	+	+	+	+

جنبه های بذرزادی ویروس:

تیمارهای بذری مختلفی در دسترس هستند که به طور موثر می توانند برای برخی از توپامو ویروسها در بذور گوجه فرنگی به کار گرفته شوند. اما مطالعات اختصاصی و ویژه که ارتباط ویروس ToBRFV با بذر را در مقایسه با سایر جنسهای توپامو ویروسها نشان دهد، صورت نگرفته است.

ردیابی و تست های سلامت بذر:

انتشار جهانی ویروس ToBRFV از زمان اولین شناسایی آن در سال ۲۰۱۵، می تواند مرتبط با تجارت بین المللی از طریق بذر باشد. همانند سایر توپامو ویروسها، انتقال با بذر ویروس ToBRFV به شدت مورد سوء ظن است اما هنوز تایید نشده است. آلودگی بذور با توپامو ویروسها عمدتاً به صورت خارجی (بر روی سطح بذر) می باشد و انتقال ویروس از بذر به نشاء کم است اما انتشار بیشتر با تماس (نظیر مرحله نشاء کاری یا برداشت محصول) به انتشار سریع ویروس در داخل گلخانه منجر می شود. گسترش سریع ویروس ToBRFV سبب ایجاد مخاطراتی در صنعت تولید بذر و کشت گوجه فرنگی در جهان میشود. این موضوع سبب شده است که کشورهای اروپایی، استرالیا و آمریکا اقدامات بهداشتی شدیدی در خصوص این ویروس اعمال نمایند. متدهای تست متنوع نظیر ELISA و RT-PCR برای شناسایی ویروس ToBRFV در بذر در دسترس است. کیت های الیازی تجاری مختلفی مانند کیت های Agdia و Loewe، برای شناسایی این ویروس در بذر تولید شده است. اما این ابزارها نتوانستند بین ویروس Tomato mosaic virus و ToBRFV تمایزی قائل شوند بنابراین در صورت مثبت بودن آزمایش، تایید نوع ویروس لازم است. فدراسیون جهانی بهداشت بذر (ISF) یک روش اندازه گیری برای تشخیص ToBRFV در بذور گوجه فرنگی و فلفل تدوین کرده است که ویروس ToBRFV را می توان با استفاده از روش پی سی آر کمی (qPCR) در عصاره بذر تشخیص داد (SE-qCR). در این روش حداقل اندازه نمونه توصیه شده ۳۰۰۰ بذر با اندازه زیر نمونه ی ۲۵۰ بذر است.



اهمیت اقتصادی:

اگرچه اطلاعات خاصی از خسارت ایجاد شده توسط ویروس ToBRFV وجود ندارد، اهمیت اقتصادی آن (مستقیم و غیر مستقیم)

می تواند زیاد باشد زیرا تنها راه مدیریتی این ویروس اقدامات پیشگیرانه می باشد و هنوز ابزارهای موثری برای کنترل آن در گلخانه ها یا مزارع وجود ندارد. برای مثال ژن مقاومت خاصی در مقابل این ویروس در گیاه میزبان شناسایی نشده است. یک مثال برای مشخص شدن اهمیت اقتصادی این ویروس، برنامه ریشه کنی آن در گلخانه گوجه فرنگی بوده که هزینه ریشه کنی، ۱۰۰ هزار یورو در هکتار برآورد شده است.

سایر جنبه های مرتبط با اهمیت اقتصادی ویروس ToBRFV:

- گیاه گوجه فرنگی محصولی با ارزش اقتصادی بالا بویژه در گلخانه های تجاری و گلخانه های هیدروپونیک که سرمایه گذاری های اقتصادی آنها زیاد است، می باشد.
- ویروس ToBRFV ، سبب خسارت به محصول و کاهش تولید و مستقیماً سبب خسارت بر روی میوه ها می شود.
- هزینه های بالا برای تست های ویروسی و اقدامات بهداشتی عمومی
- شناسایی ویروس در مناطق جدید منجر به برنامه های ریشه کنی و حذف محصول می شود.
- بهترین استراتژی پیشنهادی در مناطق شناسایی شده، عدم کاشت مجدد گوجه فرنگی پس از برنامه ریشه کنی و کاشت گیاهان تناوبی مانند کدوئیان که ارزش اقتصادی بالایی به اندازه گوجه فرنگی ندارند می باشد.
- جایگزینی زنبورهای گرده افشان در گلخانه ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد.
- هزینه های مستقیم روشهای ریشه کنی
- هزینه های بالای تولید بذر گوجه فرنگی
- تحت تاثیر قرار گرفتن تجارت بین المللی محصول گوجه فرنگی

روشهای تشخیص:

روشهای شناسایی مختلفی برای تشخیص ویروس ToBRFV در بذر و بافت گیاهی وجود دارد. سه کیت تجاری الایزا شامل AGDIA-TMV ، Prime Diognistic- ToMV و LOEWE- ToBRFV برای شناسایی ویروس ToBRFV در دسترس هستند اما اختصاصی این ویروس نمی باشند. بنابراین در صورت مثبت بودن آزمایش تست های تاییدی از جمله تست مولکولی RT-PCR مورد نیاز است.

تمایز بین ویروس ToBRFV و سایر توباموویروسها که برگها و میوه های گیاه گوجه فرنگی را آلوده می کنند، امکان پذیر نیست. در حال حاضر از تست های سرولوژیکی، مولکولی و بیولوژیکی (گیاهان محک) برای تشخیص این ویروس استفاده می شود. در تست بیولوژیکی از گیاه محک *Nicotiana tabacum* برای شناسایی ویروس ToBRFV در عصاره بذر استفاده می شود اما این روش بین این ویروس و سایر ویروسهای جنس توباموویروس نظیر TMV و ToMV تمایزی قائل نمیشود. در روش الایزا نیز آنتی بادی های در دسترس نمیتوانند بین این ویروس و سایر توباموویروس ها تفاوتی قائل شود. پرایمرها و پروبهای متنوع نیز برای شناسایی این ویروس با استفاده از روش مولکولی RT-PCR سنتز شده اند .

Protocol for detecting infectious ToBRFV in tomato and pepper seed

SEED EXTRACT qPCR

Material

Seed extraction buffer	RNA purification kit and equipment
TaqMan RT-qPCR mix, primers and equipment	1.5 ml RNase Free tube
Spike solution	RNAse free water
Controls	Centrifuge

Seed extraction buffer

Table 1. Phosphate Buffered Saline (PBS) - pH 7.2 – 7.4 per liter

Sodium chloride (NaCl)	8.0 g
Disodium hydrogen phosphate (Na ₂ HPO ₄)	1.15 g
Potassium dihydrogen phosphate (KH ₂ PO ₄)	0.2 g
Add de-ionized water up to 1 liter, adjust pH and autoclave buffer at 121 °C, 15 psi for 15 minutes.	

Note: If a different seed extraction buffer is used, it must be verified in a comparison using uniform positive control material that it does not lead to a reduction in the number of lesions obtained.

Primers

Table 2. Primers, their sequences and source

Name	Sequence	Source
CaTa28 Fw	5' - GGT GGT GTC AGT GTC TGT TT - 3'	Enza Zaden B.V. Netherlands
CaTa28 Pr	5' - 6FAM - AGA GAA TGG AGA GAG CGG ACG AGG - BHQ1 - 3'	
CaTa28 Rv	5' - GCG TCC TTG GTA GTG ATG TT - 3'	
CSP1325 ¹ Fw	5' - CAT TTG AAA GTG CAT CCG GTT T - 3'	CSP Labs USA
CSP1325 Pr	5' - VIC - ATG GTC CTC TGC ACC TGC ATC TTG AGA - BHQ1 - 3'	
CSP1325 Rv	5' - GTA CCA CGT GTG TTT GCA GAC A - 3'	
BaCV-F	5' - CGA TGG GAA TTC ACT TTC GT - 3'	Naktuinbouw Netherlands
BaCV-R	5' - AAT CCA CAT CGC ACA CAA GA - 3'	
BaCV-P	5' - TxR - CAA TCC TCA CAT GAT GAG ATG CCG - BHQ2 - 3'	

¹ The name CSPtbrfv101 is also used for the primer sequence

پیشگیری و کنترل:

همانند سایر ویروسهای گیاهی ترکیب شیمیایی و یا ضد ویروسی ویژه و مستقیمی که بتواند برای تیمار گیاهان آلوده استفاده شود وجود ندارد. و به دلیل فقدان ناقل بیولوژیکی واقعی برای این ویروس، تنها اقدامی که می توان علیه این ویروس انجام داد روش پیشگیرانه و جلوگیری از آلودگی اولیه و یا گسترش ثانویه می باشد.

آلودگی اولیه عمدتاً از طریق بذر یا خاک آلوده صورت می گیرد. بنابراین اقدامات ذیل می تواند به شکستن چرخه آلودگی کمک کند:

- پرهیز از آلودگی بذر یا پرهیز از استفاده از بذر آلوده: استفاده از بذور گواهی شده و اجباری شدن انجام تست های سلامت بذور در مناطق آلوده به این ویروس
- استفاده از دستورالعمل های خاص برای تولید نهال در نهالستان های دارای مجوز
- محدود کردن رفت و آمد در گلخانه ها و مزارع به جز کارگران که مقررات بهداشتی را به طور کامل رعایت می کنند.
- پرهیز از جداسازی و بسته بندی میوه های گوجه فرنگی در نزدیکی مکانهای تولید گوجه فرنگی
- بازرسی دقیق برای مشاهده علائم آلودگی از زمان شروع چرخه کاشت تا برداشت



اقدامات قرنطینه ای:

برای جلوگیری از انتقال بیماری لازم است از نقل و انتقال بذور آلوده و قسمتهای آلوده گیاهی جلوگیری به عمل آید. واردات بذر و اندامهای تکثیری گیاهی از کشورهای غیر آلوده و یا مناطق عاری از بیماری تایید شده توسط کشور مبدأ الزامی است. استفاده از بذر سالم و گواهی شده و اندامهای تکثیری سالم و گواهی شده از مهمترین اقدامات قرنطینه ای پیشگیری کننده از ورود بیماری به منطقه است. بررسی بذر و اندامهای تکثیری گیاه میزبان جهت احتمال آلودگی به این بیماری، در کشور مبدأ باید به دقت صورت گیرد.

ریشه کنی:

هنگام شناسایی زود هنگام بیماری در یک منطقه، روش ریشه کنی باید مد نظر قرار گیرد. تلاش های موفقیت آمیز ریشه کنی بیماری در بسیاری از کشورهای اروپایی و امریکا اجرا گردیده است. ریشه کنی برای محصولات گلخانه ای امکان پذیر است و شامل حذف بقایای محصول، بسترهای آلی، طناب های حائل و مالچ ها با روش سوزاندن می باشد. سپس یک ضدعفونی کامل تمام سطوح با فشار بالای آب و یک ماده غیر فعال کننده ویروس مانند مواد غیر فعال کننده ویروس از جمله Virkon S ۲ درصد، Clorox ۱۰ درصد، سفیدکننده معمولی ۲۰ درصد، شیرخشک های بدون چربی و تری سدیم فسفات ۱۰ درصد و با کارایی پایین تر، توصیه شده است. ضدعفونی سیستم هیدروپونیک با استفاده از روشهای فیزیکی و شیمیایی، تناوب یا یک گیاه غیر میزبان از جمله کدوئیان، برای از بین بردن چرخه آلودگی ناشی از باقی مانده ه، نیز امکان پذیر است.

مقاومت میزبان:

کشف ToBRFV در گوجه فرنگی رقم Candela حامل ژن مقاومت $Tm-2^2$ نشان می دهد که حضور این ژن مقاومت در گیاه در برابر ویروس فوق موثر نمی باشد. یک مطالعه جامع تر اثبات کرد که همه منابع مختلف مقاومت موجود در گوجه فرنگی در برابر این ویروس بی اثر هستند. در مورد گیاه فلفل به نظر می رسد که ژنهای L^3 و L^4 یک منبع مقاومت عملی در برابر ToBRFV در نتیجه تلقیح مکانیکی در محیط های کنترل شده هستند اما تلقیح ریشه ای فلفل مقاوم با ToBRFV نیز منجر به واکنش بیش از حد نکروتیکی شده که به رشد گیاه در دمای بالای ۳۰ درجه سانتیگراد آسیب می رساند.

مدیریت تلفیقی (IPM):

مدیریت تلفیقی بیماریهای ویروسی با توجه به عدم وجود روش کنترلی موثر، عموماً شامل استفاده از حفاظت تقاطعی (cross-protection) و استفاده از سویه های خفیف (بدون علامت برای محافظت در برابر آلودگی با سویه شدید) است. با این حال این گزینه هنوز برای ToBRFV در دسترس نیست.

منابع:

Camacho-Beltrán, E., Perez-Villarreal, A., Leyva-Lopez, N.A., Rodriguez- Negrete, E.A., Cenicerros- Ojeda, E.A., and MendezLozano, J.M. 2019. Occurrence of Tomato brown rugose fruit virus Infecting Tomato Crops in Mexico. Disease Notes. Published Online: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1974-PDN>

Levitzky, N., Smith, E., Lachman, O., Luria, N., Mizrahi, Y., Bakelman, H., Sela, N., Laskar, O., Milrot, E., and Dombrovsky, A. 2019. The bumblebee *Bombus terrestris* carries a primary inoculum of Tomato brown rugose fruit virus contributing to disease spread in tomatoes. Plos One 14.

Ling, K.S., Tian, T., Gurung, S., Salati, R., and Gilliard, A. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting greenhouse tomato in the United States. Disease Notes. Published Online: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1959-PDN>

Luria, N., Smith, E., Reingold, V., Bekelman, I., Lapidot, M., Levin, I., Elad, N., Tam, Y., Sela, N., Abu-Ras, A., Ezra, N., Haberman, A., Yitzhak, L., Lachman, O., and Dombrovsky, A. 2017. A New Israeli tobamovirus isolate infects tomato plants harboring Tm2(2) resistance genes. Plos One 12.

Panno, S., Caruso, G., and Davino, S. 2019. First Report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus on Tomato Crops in Italy. Disease Notes. Published Online: <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2254-PDN>

Salem, N., Mansour, A., Ciuffo, M., Falk, B., and Turina, M. 2016. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordon. Archives of Virology 161:503-506.

EPPO Global Database. 2019. <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV>

https://www.worldseed.org/wp-content/uploads/2019/09/Tomato-ToBRFV_2019.09.pdf

<https://www.fdacs.gov/content/download/83755/file/pest-alert-tomato-brown-rugose-fruit-virus.pdf>

<https://www.cabi.org/isc/datasheet/88757522>

<https://www.betterseed.org/wp-content/uploads/ToBRFV-QA.pdf>

<https://planthealthportal.defra.gov.uk/assets/factsheets/ToBRFV-factsheet-v4.pdf>