

STANDAARDPROTOCOL NAKTUINBOUW

Real-time RT-PCR (RT-TaqMan PCR) voor de detectie van pospiviroiden Citrus exocortis viroid (CEVd), Columnnea latent viroid (CLVd), Pepper chat fruit viroid (PCFVd), Potato spindle tuber viroid (PSTVd), Tomato apical stunt viroid (TASVd), Tomato chlorotic dwarf viroid (TCDVd) en Tomato planta macho viroid (TPMVd) op zaden paprika (*Capsicum annuum*), aubergine (*Solanum melongena*) en raketblad (*Solanum sisymbriifolium*).

Protocolnummer: SPN-V044
Versie: 5.0
Datum: 19-03-2026
Validatie: Gevalideerd

Dit rapport is vertrouwelijk. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Naktuinbouw.

1. Doel

Het aantonen van de afwezigheid of de aanwezigheid van verschillende pospiviroïden (CEVd, CLVd, PCFVd, PSTVd, TASVd, TCDVd en TPMVd) in paprika-, aubergine- of raketbladzaad door middel van isolatie van RNA en detectie met behulp van TaqMan RT-PCR.

2. Principe/stroomdiagram

Met een RNA-isolatie kit wordt uit paprika-, aubergine- of raketbladzaad RNA geïsoleerd m.b.v. KingFisher. De mogelijke aanwezigheid van pospiviroïde RNA wordt aangetoond met behulp van TaqMan RT-PCR's, waarbij gebruik wordt gemaakt van selectieve primersets en gelabelde TaqMan probes. In dit proces worden monsters vóór de extractie gespiket met DLVd. Door deze spike kan per (gepooled) submonster vastgesteld worden of de RNA-isolatie en TaqMan RT-PCR goed verlopen zijn.

3. Afkortingen

cDNA	Complementair DNA
CEVd	Citrus exocortis viroid
CLVd	Columnea latent viroid
Ct-waarde	"Cycle threshold" waarde (aantal cycli totdat drempelwaarde bereikt is)
DLVd	Dahlia latent viroid (spike viroïde)
DTT	Dithiothreitol
GH+ buffer	Guanidine hydrochloride extractiebuffer
KF	KingFisher
NAC	Negatieve Amplificatie Controle
NIC	Negatieve isolatie controle paprikazaad (procescontrole)
PAC	Positieve Amplificatie Controle
NPC	Naktuinbouw Primer Collectie
PCFVd	Pepper chat fruit viroid
PIC	Positieve isolatie controle besmet paprikazaad (procescontrole)
PSTVd	Potato spindle tuber viroid (aardappelspindelknolviroïde)
TaqMan RT-PCR	TaqMan Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction
TASVd	Tomato apical stunt viroid
TCDVd	Tomato chlorotic dwarf viroid
TPMVd	Tomato planta macho viroid

4. Materialen

Apparatuur

Geno Grinder SPex Sample Prep. P. 2010
KingFisher Flex 96 (ThermoFisher Scientific)
Seed shaker (TeaL Agro Technologies)
ThermoMixer
qPCR apparaat CFX96 of CFX Opus 96 (Bio-Rad)

Reagentia

DLVd stock (spike)
DTT Sigma Aldrich
GH+ buffer (zie bijlage of 6M GH+ bufferoplossing)
Primers en probes (zie bijlage)
Positief/negatief zaad (PIC/NIC)
Positieve RNA controle (PAC)
Sbeadex maxi plant kit, 960 samples (LCG genomics, Cat. No. NAP41632)
TaqPath™ 1-Step Multiplex Master Mix (4x) (Applied Biosystems) (of vergelijkbaar, mits gevalideerd)

Consumables

50 ml buizen (Greiner 227261, Eppendorf 0030122178 of vergelijkbaar)
Hard-Shell® Low-Profile, Thin-Wall, Skirted 96-Well PCR Plates, White Well van Biorad (of vergelijkbaar, mits gevalideerd)

KingFisher 96 tip comb for DW magnets, (ThermoFisher Scientific, Cat. No. 97002534 of vergelijkbaar, mits gevalideerd)
KingFisher 96 KF plate, 200 μ L (ThermoFisher Scientific, Cat. No. 97002540 of vergelijkbaar, mits gevalideerd)
KingFisher deepwell 96 plate, (ThermoFisher Scientific, Cat. No. 95040450 of vergelijkbaar, mits gevalideerd)
Microseal®'B' Adhesive Seals Optical van Biorad (of vergelijkbaar, mits gevalideerd)
RVS-maalkogels (diameter 14 mm)

5. Werkwijze

5.1 Veiligheid en waarschuwingen

- Viroïden kunnen in zeer hoge concentraties aanwezig zijn in plantenweefsel en contaminatie is al mogelijk bij aanraking. Verricht alle handelingen met handschoenen aan en gebruik filtertips.
- GH+ buffer is schadelijk bij inademing, opname door de mond en aanraking met de huid. GH+ buffer bevat guanidine hydrochloride, hetgeen zeer gevaarlijke gassen vormt bij contact met chloor.

5.2 Uitvoering

5.2.1a Voorbewerken monsters paprika-, aubergine of raketbladzaad (Geno Grinder methode)

1. Weeg submonsters af:
 - a. Weeg voor paprika- en auberginezaad per monster het benodigd aantal submonsters van 500 of 400 zaden (conform opdracht) af.
 - b. Weeg voor raketbladzaad het benodigd aantal submonsters van 1000 of 400 zaden conform opdracht af.

NB Het minimumaantal zaden voor deze toets is 300. Zie, voor afwijkend aantal zaden in (sub-)monster en verdere specificaties, de werkinstructie "Vorbereitung (sub)monsters".

2. Breng elk submonster over in een 50 ml buis.
3. Voeg een 14 mm RVS maalkogel per 50 ml buis toe.
4. Neem per monsterserie één besmet submonster (PIC) en een negatieve controle (NIC) mee.
5. Plaats buizen ondersteboven in de Geno Grinder. Maal de zaden m.b.v. Geno Grinder 7 minuten bij 1.500 rpm.
6. Draai de 50 ml buizen met de gemalen zaden af (5 minuten bij minimaal 5.000 g).
7. Spike de totaal benodigde hoeveelheid GH+ extractiebuffer met geconcentreerde DLVd stock conform instructie R&D.

NB Bewaar de DLVd stock aliquots bij -80 °C. De DLVd stock aliquots worden aangeleverd door R&D inclusief de te gebruiken verdunningsfactor

8. Draai de deksels van 50 ml buizen zeer voorzichtig open en voeg per buis 20 ml GH+ buffer met DLVd spike toe.
9. Schud de buizen krachtig (vortexen is niet voldoende) gedurende 10 seconden.
10. Draai de buizen met het zaadextract af (5 minuten bij minimaal 5.000 g).
11. Zet thermomixer aan (instelling: 65°C, 850 rpm) zodat deze kan voorverwarmen.
12. Breng voor submonsters van 300-400 en 1000 (raketblad) zaden 1 ml zaadextract (supernatant) per submonster voorzichtig over in een gecodeerd vaatje met 30 µl DTT oplossing (5 M).
13. Breng voor submonsters van 401-500 zaden 500 µl zaadextract (supernatant) voorzichtig over in een gecodeerd vaatje. Pool steeds twee submonsters van 500 µl samen in een gecodeerd vaatje (totaal 1 ml) met 30 µl DTT oplossing (5 M).
14. Vortex de epjes goed minimaal 10 seconden.
15. Incubeer de submonsters 15 minuten bij 65°C en 850 rpm in een thermomixer.
16. Ga direct door met de RNA-isolatie.

5.2.1b Voorbewerken monsters paprikazaad (Seed shaker methode)

1. Weeg per monster het benodigd aantal submonsters van 500 of 400 zaden (conform opdracht) af.

NB Het minimumaantal zaden voor deze toets is 300. Zie, voor afwijkend aantal zaden in (sub-)monster en verdere specificaties, de werkinstructie "Vorbereitung (sub) monsters".

2. Breng elk submonster over in een 50 ml buis.
3. Voeg een 14 mm RVS-maalkogel per 50 ml buis toe.
4. Neem per monsterserie één besmet submonster (PIC) en een negatieve controle (NIC) mee.
5. Plaats buizen ondersteboven in de Seed shaker. Maal de zaden m.b.v. Seed shaker 7 minuten bij 1.300 rpm.
6. Draai de 50 ml buizen met de gemalen zaden af (5 minuten bij minimaal 5.000 g).
7. Spike de totaal benodigde hoeveelheid GH+ extractiebuffer met geconcentreerde DLVd stock conform instructie R&D.

NB Bewaar de DLVd stock aliquots bij -80 °C. De DLVd stock aliquots worden aangeleverd door R&D inclusief de te gebruiken verdunningsfactor.

8. Draai de deksels van 50 ml buizen zeer voorzichtig open en voeg per buis 20 ml GH+ buffer met DLVd spike toe.
9. Schud de buizen krachtig (vortexen is niet voldoende) gedurende 10 seconden.
10. Draai de buizen met het zaadextract af (5 minuten bij minimaal 5.000 g).
11. Zet thermomixer aan (instelling: 65°C, 850 rpm) zodat deze kan voorverwarmen.
12. Breng voor submonsters van 300-400 zaden 1 ml zaadextract (supernatant) per submonster voorzichtig over in een gecodeerd vaatje met 30 µl DTT-oplossing (5 M).
13. Breng voor submonsters van 401-500 zaden 500 µl zaadextract (supernatant) voorzichtig over in een gecodeerd vaatje. Pool steeds twee submonsters van 500 µl samen in een gecodeerd vaatje (totaal 1 ml) met 30 µl DTT-oplossing (5 M).
14. Vortex de epjes goed minimaal 10 seconden.
15. Incubeer de submonsters 15 minuten bij 65°C en 850 rpm in een thermomixer.
16. Ga direct door met de RNA-isolatie.

5.2.2 RNA isolatie

1. Gebruik voor de RNA-isolatie de "Sbeadex Maxi Plant Kit" en het juiste invulformulier (Extractie en PCR formulieren).
2. Centrifugeer de vaatjes met gelyseerd zaadextract 10 minuten bij minimaal 16.000 g op 4°C.
3. Vul de platen als aangegeven in Tabel 1.
4. Breng 250 µl van het supernatant (vermijd pellet!) van de submonsters, de NIC en de PIC over in de bindingplaat.
5. Bewaar het restant van het extract en de controles van de extractie bij -20°C totdat de toets is afgerond.
6. Zet alle platen in de juiste positie en volgorde in het apparaat.
7. Selecteer en start het programma KF7 op de KingFisher Flex 96 (Tabel 2).
8. Dek na de isolatie de elutieplaat af met sticker folie en bewaar gekoeld op ijs.
9. Vervolg direct met PCR of vries het gezuiverde RNA in bij -20°C.

Tabel 1. Codering en vulling van KF platen

Soort plaat	Naam	Vulling
KF deep well 96 plaat	Binding	600 µl binding buffer PN (groen)
		50 µl Sbeadex particle suspension (wit)
KF deep well 96 plaat	Was 1	600 µl Wash buffer PN1 (rood)
KF deep well 96 plaat	Was 2	600 µl Wash buffer PN1 (rood)
KF deep well 96 plaat	Was 3	600 µl Wash buffer PN2 (geel)
KF 96 plaat	Elutie	100 µl Elution buffer PN (zwart)

Tabel 2. King Fisher Flex 96 programma KF7

Stap	Plaat	Stappen per plaat
Tip 1	Tipholder	1. Pak de tip comb uit deze plaat (96 DW tip comb) 2. Laat tip comb achter in plaat 2 "Was 1"
Binding	Plaat 1 "Cel lysaat"	1. Snel mixen, 10 min. 2. Verzamel beads, 3 x 10 sec.
Was 1	Plaat 2 "Was 1"	1. Laat beads los, bodemmix, 20 sec. 2. Snel mixen, 10 min. 3. Verzamel beads, 3 x 10 sec.
Was 2	Plaat 3 "Was 2"	1. Laat beads los, bodemmix, 20 sec. 2. Snel mixen, 10 min. 3. Verzamel beads, 3 x 10 sec.
Was 3	Plaat 4 "Was 3"	1. Laat beads los, bodemmix, 20 sec. 2. Snel mixen, 10 min. 3. Verzamel beads, 3 x 10 sec.
Elutie	Plaat 5 "Elutie"	1. Laat beads los, bodemmix, 1 min. 2. Voorverwarmen en snel mixen bij 65°C, 10 min. 3. Verzamel beads, 5 x 10 sec.

5.2.3 TaqMan RT-PCR

NB Werk zo veel mogelijk op ijs en stel de probes niet te lang bloot aan daglicht. Draag bij het maken van de mix een schone labjas en handschoenen om de kans op contaminatie te minimaliseren.

NB Centrifugeer de elutieplaat minimaal 10 seconden voor gebruik als plaat uit -20°C komt.

1. Bereid de TaqMan RT- PCR mixen (Tabel 3a, 3b, 3c en 3d).
2. Breng 22 µl mix per well over in PCR-platen.
3. Pipetteer 3 µl RNA van het monster bij 22 µl TaqMan RT-PCR mix.
4. Neem bij iedere run een blanco mixcontrole (NAC) en positieve RNA-controle (PAC) mee.
5. Dek de platen af na toevoegen van het RNA.
6. Draai de platen af om reagentia te centreren.
7. Voer een TaqMan RT-PCR uit (Tabel 4).

Tabel 3a. PCR-mix PSTVd, TCDVd, TPMVd (FAM), PCFVd (VIC) en DLVd spike (Texas Red)

PCR mix	1 reactie	
RNase-vrij water	14,75	µl
TaqPath TM 1-Step Multiplex Master Mix (4x) (Applied Biosystems)	6,25	µl
Pospi A primer/probemix (#89)	1,00	µl
Subtotaal	22,0	µl
Monster (RNA)	3,0	µl
Totaal	25,0	µl

Tabel 3b. PCR-mix CEVd, CLVd (FAM) en DLVd spike (Texas Red)

PCR mix	1 reactie	
RNase-vrij water	14,75	µl
TaqPath TM 1-Step Multiplex Master Mix (4x) (Applied Biosystems)	6,25	µl
Pospi B prime/probermix (#90)	1,00	µl
Subtotaal	22,0	µl
Monster (RNA)	3,0	µl
Totaal	25,0	µl

Tabel 3c. PCR-mix TPMVd (FAM) en Nad5 (Texas Red)

PCR mix	1 reactie	
RNase-vrij water	14,75	µl
TaqPath TM 1-Step Multiplex Master Mix (4x) (Applied Biosystems)	6,25	µl
Pospi C primermix (#91)	1,00	µl
Subtotaal	22,0	µl
Monster (RNA)	3,0	µl
Totaal	25,0	µl

Tabel 3d. PCR mix TASVd (FAM)

PCR mix	1 reactie	
RNase-vrij water	14,75	µl
TaqPath TM 1-Step Multiplex Master Mix (4x) (Applied Biosystems)	6,25	µl
Pospi D primer/probemix (#92)	1,00	µl
Subtotaal	22,0	µl
Monster (RNA)	3,0	µl
Totaal	25,0	µl

Tabel 4. TaqMan RT-PCR programma CFX96 (versie 2 of hoger) voor mix A-D

	temperatuur	tijd
hold	50°C	10' 00"
hold	95°C	3' 00"
40 cycli	95°C	0' 10"
	60°C+plate read	1' 00"

6. Beoordeling en interpretatie

6.1 Beoordeling toetsresultaat

- Zet via "view/edit plate" voor alle 96 wells zowel het FAM-, ATTO532 (VIC)- als TR-sigitaal aan.
- Gebruik single threshold instelling (RFU 200).
- Controleer voor positieve monsters of vorm van curve correct (S-vormig verloop) is. Vergelijk zo nodig met PIC.
- Let op atypische curves en/of curves die net boven de drempelwaarde uitkomen. Overleg met eindverantwoordelijke om na te gaan of het signaal of ruis is.
- Log de performance van PIC's in controlekaart en controleer of deze binnen de gestelde grenzen vallen. Neem contact op met eindverantwoordelijke wanneer dit niet het geval is. Houd performance van PIC's bij in de tijd om een overzicht te houden van de betrouwbaarheid van de toets.
- Zie beslissingsmatrix (Tabel 5) voor interpretatie van uitslagen van monsters.

6.2 Geldig verklaring van toetsresultaat

- Toetsuitslagen zijn geldig indien de Ct waarden van de spike DLVd ≤ 32 , tenzij Ct PSTVd/TCDVd/TPMVd, PCFVd of CEVd/CLVd ≤ 32 . Nad5 Ct > 32 is acceptabel onder voorwaarde dat de spike DLVd ≤ 32 (overleg in dit geval met eindverantwoordelijke over de uitslag/vervolg actie).
- Toetsuitslagen mogen alleen worden afgegeven indien de positieve controles (PIC en PAC) een signaal geven.
- Toetsuitslagen mogen alleen worden afgegeven indien er geen zwak positief signaal in de negatieve controlemonsters wordt waargenomen (Ct moet > 35 zijn).
- Neem contact op met de eindverantwoordelijke wanneer de resultaten afwijken van het verwachtingspatroon.

6.3 Beslissingsmatrix (submonster niveau)

Tabel 5a. Beslissingsmatrix voor mix Tabel 3a. PCR-mix PSTVd, TCDVd, TPMVd (FAM), PCFVd (VIC) en DLVd (spike)(TR)

Ct FAM	Ct VIC	Ct TR	
> 32	> 32	≤ 32	PSTVd, TCDVd en TPMVd (deel isolaten) ^a niet aangetoond PCFVd niet aangetoond
> 32	≤ 32	n.v.t.	PSTVd, TCDVd en TPMVd niet aangetoond PCFVd aangetoond
≤ 32	> 32	n.v.t.	PSTVd en/of TCDVd en/of TPMVd aangetoond. PCFVd niet aangetoond
≤ 32	≤ 32	n.v.t.	PSTVd en/of TCDVd en/of TPMVd aangetoond PCFVd aangetoond ^b
> 32	> 32	> 32	Ongeldig/herhalen. Overleg met eindverantwoordelijke.

Tabel 5b. Beslissingsmatrix voor mix Tabel 3b. PCR-mix CEVd, CLVd (FAM) en DLVd (spike)(TR)

Ct FAM	Ct TR	
>32	≤32	CEVd en CLVd niet aangetoond
≤32	n.v.t.	CEVd en/of CLVd aangetoond
>32	>32	Ongeldig/herhalen. Overleg met eindverantwoordelijke.

Tabel 5c. Beslissingsmatrix voor mix Tabel 3c. PCR-mix TPMVd (FAM) en Nad5 (TR)

Ct FAM	Ct TR	
>32	≤32	TPMVd (deel isolaten) niet aangetoond
≤32	n.v.t.	TPMVd aangetoond
>32	>32	Ongeldig/herhalen. Overleg met eindverantwoordelijke.

Tabel 5d. Beslissingsmatrix voor mix Tabel 3d. PCR-mix TASVd (FAM)

Ct FAM	
>32	TASVd niet aangetoond
≤32	TASVd aangetoond

^a TPMVd niet aangetoond als zowel mix A als mix C negatief zijn.

^b Signaal kan lekken van VIC- naar FAM-kanaal bij hoge PCFVd concentratie. Gebruik singleplex Boonham om te bevestigen of PSTVd/TCDVd en/of TPMVd aanwezig is (SPN-V059).

Bewaar materiaal volgens werkinstructie "Bewaring monstermateriaal na toetsing"

7. Naslagwerk en referenties

Literatuur:

- Bakker, D., Bruinsma, M., Dekter, R.W., Toonen, M.A.J., Verhoeven, J. Th. J. and Koenraadt, H.M.S. 2015. Detection of PSTVd and TCDVd in seeds of tomato using real-time RT-PCR. EPPO Bulletin. Volume 45, Issue 1, pages 14–21,
- Boonham, N., L. González-Pérez, M.S. Mendez, E. Lilia Peralta, A. Blockley, K. Walsh, I. Barker & R.A. Mumford, 2004. Development of a real-time RT-PCR assay for the detection of Potato spindle tuber viroid. Journal of Virological Methods 116:139-146.
- Botermans, M., van de Vossen, B. T. L. H., Verhoeven, J. Th. J., Roenhorst, J. W., Hooftman, M., Dekter, R. & Meekes, E. T. M. (2013). Development and validation of a real-time RT-PCR assay for generic detection of pospiviroids. J Virol Methods 187, 43–50.
- Koenraadt, H., Jodlowska, A., van Vliet, A. & Verhoeven, K. 2009. Detection of TCDVd and PSTVd in seeds of tomato. Phytopathology 99, S66.
- Harrie Koenraadt, Agata Jodlowska, Maaïke Bruinsma, Michel Ebskamp, Ko Verhoeven and Annelien Roenhorst. (2017) Biological relevance of the detection of pospiviroids on pepper and tomato seeds (poster at APS, San Antonio, Tx)
- Menzel, W., Jelkmann, W., and Maiss, E. 2002. Detection of four apple viruses by multiplex RT-PCR assays with coamplification of plant mRNA as internal control. J. Virol. Methods 99: 81-92.
- Monger, W., Tomlinson, J., Boonham, N., Marn, M.V., Plesko, I.M., Molinero-Demilly, V., Tassus, X., Meekes, E., Toonen, M., Papayiannis, L., Perez-Egusquiza, Z., Mehle, N., Jansen, C., Nielsen, S.L., 2010. Development and inter-laboratory evaluation of real-time PCR assays for the detection of pospiviroids. Journal of Virological Methods 169, 207–210.
- Mumford, R.A., A.L. Skelton, N. Boonham, K.I. Posthuma, M.J. Kirby, & A.N. Adams, 2001. The Improved Detection of Strawberry Crinkle Virus Using Real-Time RT-PCR (TaqMan®). Acta Horticulturae 656: 81-86.

Handleidingen:

- Sbeadex maxi plant Kit (LCG genomics)
- TaqPath™ 1-Step Multiplex Master Mix (4x) (Applied Biosystems)

8. Historie en revisiebeleid

- 20-12-2013 versie 1.0
 - ~~Protocol op basis van ISO17025 geaccrediteerde PSTVd/TCDVd zadentoets (SPN-V003, versie 3.1) voor tomaat.~~ Overnacht vóórweken ingeperkt van overnacht tot 30 minuten i.v.m. beperking viroïdeafbraak tijdens imbibitie van zaden. Gebruik van DLVd spike als interne proces controle (IPC) in multiplex RT TaqMan i.p.v. endogene NAD5 target omdat hoeveelheid NAD5 RNA extreem variabel (14-40) is in de matrix zaad. Gebruik van GH+ extractiebuffer i.p.v. PN1 extractiebuffer (LGC) omdat afbraak RNA in GH+ extractiebuffer veel minder is dan in PN1 extractiebuffer. Hierdoor is toets voor PSTVd significant (ca. factor 10) gevoeliger dan toets op basis van PN1 extractiebuffer. Specificatie van methode voor het aanleveren van RNA aan nVWA. RNeasy opgezuiverd RNA kan wel gebruikt worden voor sequentieanalyse i.t.t. SBEADEx opgezuiverd RNA. Gebruik van verschillende nieuwe multiplex RT TaqMans om extra pospiviroiden zoals CEVd, CLVd, PCFVd, TASVd en TPMVd te kunnen aantonen naast PSTVd, TCDVd en MPVd.
- 03-02-2014 versie 1.1
 - Correctie nummering primersets in bijlagen. 201d i.p.v. 201c, 349 a t/m c i.p.v. 249 a t/m c en 350a, 350b i.p.v. 250a, 250b.
- 21-04-2015 versie 1.2 - 5.2.1: Specificatie van spike: "10 µl DLVd/100 ml GH+ buffer".
- 15-02-2017 versie 2.0
 - Terminologie; "IAC" vervangen door "spike". Toevoeging DTT aan zaadextract, aanpassing Kingfisher programma, vervanging PCR mix, aanpassing PCR programma, naamgeving viroïden veranderd tav MPVd (vervallen) en een aantal tekstuele wijzigingen.
 - Specificatie van spike verwijderd.
- 31-10-2017 v2.1 - Correctie literatuur referenties in primer tabel in bijlage.
- 05-03-2019 v2.2 - Diverse tekstuele wijzigingen; Wijziging TaqMan in 1 µl mixen.
- 02-01-2020 v2.3 - Wijziging Quarantainestatus; opmerking: "Indien aangetoond dan afhandeling volgens Werkinstructie vondst en melding (mogelijk) quarantaine organisme (WI)" verwijderd. In omschrijving doel "mogelijke" verwijderd.
- 06-03-2020 v3.0 - Uitbreiding scope: aubergine- en raketbladzaad toegevoegd en een aantal tekstuele wijzigingen. Onderscheid gemaakt submonster grootte per matrix. Tabel 5a: verdacht vervangen door aangetoond. zin: "b PSTVd verdachte extracten worden doorgestuurd naar de NVWA voor identificatie d.m.v. sequentieanalyse" verwijderd. Correctie 5.2.1-3 grenswaarde NIC >35.
- 15-05-2020 v3.1 – Toevoeging 5.2.1-7: "10 ml (paprika en aubergine) of 20 ml (raketbladzaad) GH+ buffer". 6.2 "Neem contact op met eindverantwoordelijke wanneer er een zaadmonster verdacht is" verwijderd.
- 10-11-2020 v3.2 – Correctie in Historie & Revisie versie 1.0; eerste zin doorgehaald.
- 31-3-2022 v3.3 - Diverse tekstuele wijzigingen
- 19-05-2025 v4.0 – Minder zaden monsters zinnen geplaatst; centrifugeren stap verplaatst naar RNA isolatie; punt 5.1 aangepast. Ultraplex vervangen door TaqPath in materialen, Tabellen 3a t/m 3d en bij de handleidingen. RNA input van 6µl naar 3µl verlaagd en hierbij het water volume verhoogd tabel 3 en sectie 5.2.3.
- 05-09-2025 v4.1 – Diverse tekstuele wijzigingen
- 19-03-2026 v5.0 - Introductie seed shaker als maalmethode bij paprika monsters; vortex stap na toevoeging DTT opnieuw geïntroduceerd; in de beoordeling van de testresultaten de PIC prestatie verder gespecificeerd; DLVd spike signaal bij positieve monsters verder gespecificeerd; diverse tekstuele wijzigingen.

9. Bijlagen

GH+ extractiebuffer (6M)	Aanvullen tot 1 liter met demiwater	
guanidine-hydrochloride	573	g
NaAC-buffer (4M)	50	ml
EDTA (di-natrium)	9.3	g
PVP-10 (schadelijk)	25	g

NaAc buffer (4M)	Aanvullen tot 1 liter met demiwater	
NaAC (CH ₃ COONa)	328	g
Controleer / stel pH 5,2		

Primer/ probe	#NPC	Sequentie	Lit. ref.	Eind concentratie (nM)
PSTV-231F1	201a	GCCCCCTTTGCGCTGT	1	300
PSTV-296R	201b	AAGCGGTTCTCGGGAGCTT	1	300
PSTV-251T-P	201d	6FAM-CAGTTGTTTCCACCGGGTAGTAGCCGA-BHQ1	1	200
DaVd1-FT	320a	GCTCCGCTCCTTGTAGCTTT	2	300
DaVd1-RT	320b	AGGAGGTGGAGACCTCTTGG	2	300
DaVd1-P	320c	Texas red-CTGACTCGAGGACGCGACCG-BHQ2	2	200
TPMVd-F1	350a	AAAAAAGAATTGCGGCCAAA	3	300
TPMVd-R	350b	GCGACTCCTTCGCCAGTTC	3	300
pUCCR2	307i	6FAM-CCGGGGAAACCTGGA-NFQ-MGB	4	200
CLVd-F	279a	GGTTCACACCTGACCCTGCAG	5	300
CLVd-F2	279b	AAACTCGTGGTTCCTGTGGTT	5	300
CLVd-R	279c	CGCTCGGTCTGAGTTGCC	5	300
CLVd-P	279d	6FAM-AGCGGTCTCAGGAGCCCCGG-BHQ1	5	200
CEVd-F2-304	280a	CTCCACATCCGRTCGTCGCTGA	5	300
CEVd-R2-399	280b	TGGGGTTGAAGCTTCAGTTGT	5	300
CEVd-P2-337	280c	6FAM-CCCTCGCCCGGAGCTTCTCTCTG-BHQ1	5	200
TASVd-F2-200	281a	CKGGTTTCCWTCCTCTCGC	5	300
TASVd-R2-269	281b	CGGGTAGTCTCCAGAGAGAAG	5	300
TASVd-P2-228	281c	6FAM-TCTTCGGCCCTCGCCCGR-BHQ	5	200
PCFVd-F	349a	TCTTCTAAGGGTGCCTGTGG	6	300
PCFVd-R	349b	GCTTGCTTCCCCTTTCTTTT	6	300
PCFVd-P	349c	VIC-CTCCCCCGAAGCCCGCTTAG-BHQ1	6	200
nad5 F	151a	GATGCTTCTTGGGGCTTCTTGTT	7	300
nad5 R	151b	CTCCAGTCACCAACATTGGCATAA	7	300
nad5-P	151d	Texas red-AGGATCCGCATAGCCCTCGATTTATGTG-BHQ2	4	200

1: Boonham et al. (2004), 2: door Naktuinbouw, 3: door Naktuinbouw, 4: Botermans et al. (2013), 5: Monger et al. (2010), 6: door Naktuinbouw, 7: Menzel et al (2002) en Monger et al. (2010).

Samenstelling primer en probe mixen A, B, C en D		
Mix 89	Pospi primer/probe	201a, 201b, 349a, 349b, 320a, 320b, 201d, 349c, 320c
Mix 90	Pospi primer/probe	280a, 280b, 279a, 279b, 279c, 320a, 320b 280c, 279d, 320c
Mix 91	Pospi primer/probe	350a, 350b, 151a, 151b, 307i, 151d
Mix 92	Pospi primer/probe	281a, 281b, 281c