

# Pepino mozaïekvirus; een blijvend probleem??

Ineke Stijger<sup>1</sup> en René van der Vlugt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PPO Glastuinbouw, Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk, ineke.stijger@wur.nl

<sup>2</sup>Plant Research International B.V., Postbus 16 6700 AA Wageningen, rene.vandervlugt@wur.nl

**Pepinomozaïekvirus (PepMV) is een virus wat voor het eerst gevonden is in bladmonsters genomen in 1974 van pepino planten (*Solanum muricatum*) in de Canete vallei in Peru. Jonge bladeren van deze planten vertoonden wat geel mozaïek. In de elektronenmicroscop (EM) bleken er in deze planten typische draadvormige virusdeeltjes te vinden die alle kenmerken van potexvirusdeeltjes vertoonden. De virusdeeltjes reageerden niet met antiserum tegen aardappelvirus X (PVX) en bleek serologische het meest verwant met narcissemozaïekvirus (NaMV). Toch kwamen de reacties op toetsplanten niet overeen voor beide virussen. De conclusie was dat pepinomozaïekvirus een nieuw potexvirus was.**

Sinds de eerste beschrijving is pepinomozaïekvirus nooit meer gerapporteerd en bleef het landbouwkundig volkomen onbelangrijk totdat het in 1999 plots gevonden werd in tomatenteelten in het Verenigd Koninkrijk en in Nederland. Sinds dat moment heeft het virus zich zeer snel en wijd verspreid. Het is officieel gerapporteerd uit België, Canada, Chili, Frankrijk, Duitsland, Italië, Finland, Marokko, Noorwegen, Peru, Portugal, Polen, Spanje, Nederland, Engeland, Oekraïne en de Verenigde Staten. Wat er tussen 1974 en 1999 met dit virus is gebeurd, in welk gewas het virus zich in die periode heeft vermeerderd, hoe het uiteindelijk in de verschillende landen is terecht gekomen, en of het virus zich in die tijd heeft aangepast, blijft een vraag. In dit artikel gaan we in op de laatste stand van zaken omtrent de kennis van het pepinomozaïekvirus en mogelijke oplossingen voor de problemen.

## Waardplanten en symptomen

Het gastheerbereik van PepMV is vrij smal en voornamelijk beperkt tot de familie van de Solanaceae. Veel planten uit de familie worden systemisch geïnfecteerd. De belangrijkste waardplanten zijn *Lycopersicon* (tomaat) en *Solanum* (aardappel) soorten.

Het originele pepinomozaïekvirus isolaat bleek in staat om

wilde en gecultiveerde aardappels te infecteren, meestal met een symptoomloze systemische infectie of met een zwak mozaïek. Het virus ging wel over met de knollen.

De belangrijkste natuurlijke waardplanten zijn echter pepino en tomaat. Bij onderzoek in Peru bleken naast de gecultiveerde tomaat ook verschillende wilde *Lycopersicon* soorten geïnfecteerd te zijn met PepMV. Deze soorten (*L. peruvianum*, *L. parviflorum*, *L. chi-*

*lense*, *L. chmielewskii* en *L. pimpinellifolium*) vertonen geen symptomen na infectie.

Het origineel beschreven pepino-isolaat geeft een duidelijk geel mozaïek op jonge bladeren van pepino en de meeste geïnfecteerde planten vertonen ook donkergroen enaties op de onderkant van oudere bladeren. In *Lycopersicon*-soorten geeft die isolaat geen symptomen. Toch zijn de planten systemisch geïnfecteerd zoals blijkt uit teruginoculaties op gevoelige indicatorplanten zoals *Nicotiana glutinosa*.

In tegenstelling tot het pepino-isolaat geeft het virus dat in 1999 in West-Europa werd aangetroffen wel symptomen op tomatenplanten.

De symptomen van dit virus in tomaten kunnen verschillend zijn en zijn afhankelijk van de cultivar, leeftijd van de plant en leeftijd van de plant op moment van infectie en de omstandigheden waarbij de planten staan. De eerste symptomen in een jong gewas kunnen zijn brandnetelachtig blad en wat bobbeling. Over het algemeen hebben deze planten ook een bleke of grauwe kleur. Op oudere bladeren kunnen duidelijk gele vlekjes voorkomen. Ook kan er tussenervige chlorose optreden. Meestal verschijnt er een mozaïek op het blad of er ontstaan grotere chlorotische vlekken. Soms lijken de symptomen op

ARTIKEL

die van aardappelvirus X. In geval van bladsymptomen kan de groei wat achter blijven maar over het algemeen hersteld de plant zich binnen een paar weken. Wel is bekend dat met minder licht de bladsymptomen weer terug kunnen komen. Naast bovenstaande symptomen is inmiddels ook bekend dat bepaalde isolaten van het virus necrose op zowel blad als stengel kunnen veroorzaken.

In onderzoek is vastgesteld dat de wateropname van de planten veranderd na een (late, mei) besmetting met pepinomozaïekvirus. Planten namen na de (opzettelijke) infectie gedurende drie weken gemiddeld 0,3 liter water per dag en per vierkante meter meer op dan gezonde planten. Na deze drie weken gingen de planten slap en namen de planten gemiddeld 0,15 liter water per vierkante meter per dag minder op dan gezonde planten. Nog twee weken later was de verminderde wateropname inmiddels opgelopen tot 1 liter. Uit het onderzoek is ook naar voren gekomen dat de verminderde wateropname alleen te maken had met een aantasting door pepinomozaïekvirus en niets te maken had met een aantasting van *Verticillium* of *Pythium*.

In een latere fase van de teelt kunnen ook vruchtsymptomen voorkomen. Meestal gaat het om een paar vruchten van één of twee trossen per stengel. Vruchtsymptomen ontstaan door ongelijk rijpen van de vrucht. Er komen oranje of rode vlekken op voor. In sommige gevallen blijven delen van de vrucht groen (wankleurigheid). Overigens is dit niet specifiek voor dit virus want virussen als komkommermozaïekvirus en aardappelvirus X kunnen vergelijkbare symptomen laten zien.



Figuur 1. Een eerste symptoom van PepMV.

## Karakteristieken van het virus

PepMV heeft typische draadvormige potexvirus deeltjes met een lengte van 510 nm. De deeltjes zijn opgebouwd uit een enkel manteleiwit (capsid protein of CP) van ong. 26 kDa. Ultradunne coupes van geïnfecteerd weefsel laten in de EM soms bundels virusdeeltjes zien.

De meeste potexvirussen zijn erg stabiel en PepMV is geen uitzondering. In eindpuntsverdundingstesten was bladsap van geïnfecteerde *N. glutinosa* bleek het virus altijd nog infectieus in verdunningen van 10<sup>-4</sup>, soms bij 10<sup>-5</sup> maar nooit meer in verdunningen van 10<sup>-6</sup>. Sap verloor het meest van zijn infectiositeit na tien minuten bij 65°C en alle infectiositeit bij 70°C. Na drie maanden bewaren van geïnfecteerd sap bij 20°C was nog niet alle infectiositeit verdwenen en boven silicagel gedroogd blad was nog steeds infectieus na zes maanden. In de praktijk overleeft het virus enige weken in ziek plantmateriaal maar ook op oppervlakten zoals gereed-

schap, fust maar ook deurkrukken, die in aanraking zijn gekomen met het ziek bladmateriaal of zieke vruchten.

## Genoom organisatie en expressie

Het genoom van PepMV heeft alle karakteristieken van een potexvirus. Het positieve enkelstrengs RNA is 6410 nucleotiden lang, heeft een cap aan het 5'-uiteinde, het 3'-eind een poly-(A) staart en vrij korte 5'- en 3'- niet vertaalde gebieden. Het RNA bevat vijf gedeeltelijk overlappende open leesramen (open reading frames of ORFs) die coderen voor in totaal vijf eiwitten.

ORF1 codeert een eiwit van 164 kDa dat verantwoordelijk is voor de replicatie van het virus. ORF 2, 3 en 4 vormen samen een blok van drie genen die eiwitten maken die zeer waarschijnlijk betrokken zijn bij het transport van het virus door de plant. ORF5 codeert voor het virale manteleiwit.



Figuur 2. Bladnecrose als gevolg van PepMV.

## Virus isolaten en stammen

Het virus isolaat dat in 1999 beschreven is van tomaat verschilt op een aantal punten duidelijk van het originele pepino-isolaat uit Peru. Die verschillen zijn het duidelijkst in de reacties op tomaat (*L. esculentum*) waarin het pepino-isolaat symptomeloos is en het tomaten-isolaat wel symptomen veroorzaakt. Ook in toetsplanten kunnen beide isolaten worden onderscheiden, het meest duidelijk op *N. glutinosa* en *Datura stramonium*. Sinds 1999 zijn er al diverse PepMV-isolaten beschreven, allemaal afkomstig uit commerciële tomatenteelten of uit wilde *Lycopersicon* soorten. Een aantal vertonen sterke symptomen in tomaat waaronder blad en stengel necrose.

Van veel PepMV-isolaten zijn ondertussen sequentiegegevens beschikbaar. Vergelijking van de RNA-sequentie van het originele pepino isolaat en een aantal isolaten van tomaat in een gedeelte van het RdRp gen laat ongeveer 99% homologie zien tussen de tomaten-isola-

ten onderling en 95 % tussen alle tomaten-isolaten en het pepino-isolaat. Ook in andere gebieden van het genoom verschillen de tomaten- en pepino-isolaten van elkaar. Op basis van zowel biologische verschillen als de gevonden verschillen in de RNA sequentie worden de tomaten en pepino-isolaten nu als twee aparte stammen van PepMV beschouwd.

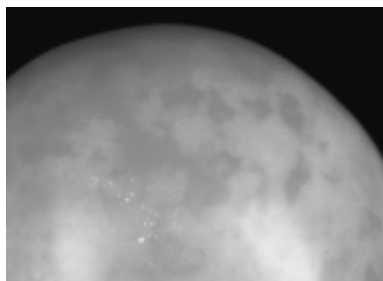
Vergelijkingen van volledige sequenties van verschillende iso-

laten van tomaat bevestigen de hoge sequentie homologie (>99%) tussen de tomaten isolaten. Uit een wilde *L. peruvianum* uit Peru werd een PepMV isolaat geïsoleerd dat in die plant maar een zeer zwak mozaïek veroorzaakte en geen symptomen gaf in *L. esculentum*. De volledige RNA sequentie vertoonde, afhankelijk van het gebied dat werd vergeleken tussen de 95 en 98% sequentie homologie met de tomaten stam.

In diverse studies zijn vele andere tomaten-isolaten nader bestudeerd. Op basis van sequentie gegevens en biologische data werden een aantal afwijkende isolaten geïdentificeerd. In 2000 werd in Italië een isolaat gevonden dat in een klein stukje van het RdRp-gen sterk afweek van de tomatenstam. Ook bleek dit isolaat in staat om *Chenopodium quinoa* en *C. amaranticolor* te infecteren. Beide soorten kunnen niet worden geïnfecteerd door de tomatenstam of de pepino-stam van PepMV. Het is nog niet duidelijk of dit isolaat daadwerkelijk een nadere stam van PepMV vertegenwoordigt.



Figuur 3. Heftige symptomen van PepMV in de kop van de plant.



Figuur 4. Tomaat met PepMV symptomen.

In de Verenigde Staten zijn de volledige sequentie van twee andere isolaten bepaald (US1 en US2). Helaas zijn deze twee isolaten samen in een mengmonster aangetroffen en ontbreken verdere biologische gegevens. Wel wijken de sequenties van deze isolaten, met 79-82% algemene homologie, sterk af van zowel de tomatenstam als de pepinostam. Ook onderling vertonen ze maar 86% homologie. Vergelijking van de aparte genen levert soms wel hogere niveaus van sequentie homologie op maar duidelijk is wel dat het hier twee nieuwe stammen van PepMV betreft. Helaas is het origineel materiaal niet meer beschikbaar voor verder onderzoek.

Onlangs zijn de resultaten van een uitgebreide studie naar het voorkomen van PepMV in Spanje gepubliceerd. Daaruit bleek duidelijk dat zowel de tomatenstam als de pepinostam aanwezig is. Opvallend is dat er ook nog een derde type aangetoond werd. Dit isolaat bleek 98% sequentie homologie te hebben met US2.

Op dit moment kunnen op basis van zowel biologische gegevens (symptomen op tomaat en diverse toetsplanten) als sequentiegegevens drie groepen binnen PepMV worden onderscheiden

1. De tomatenstam-isolaten
2. De pepinostam-isolaten
3. US1 en US2

De status van het afwijkende Italiaanse isolaat is nog onduidelijk bij gebrek aan nadere gegevens.

## De epidemiologie van het virus

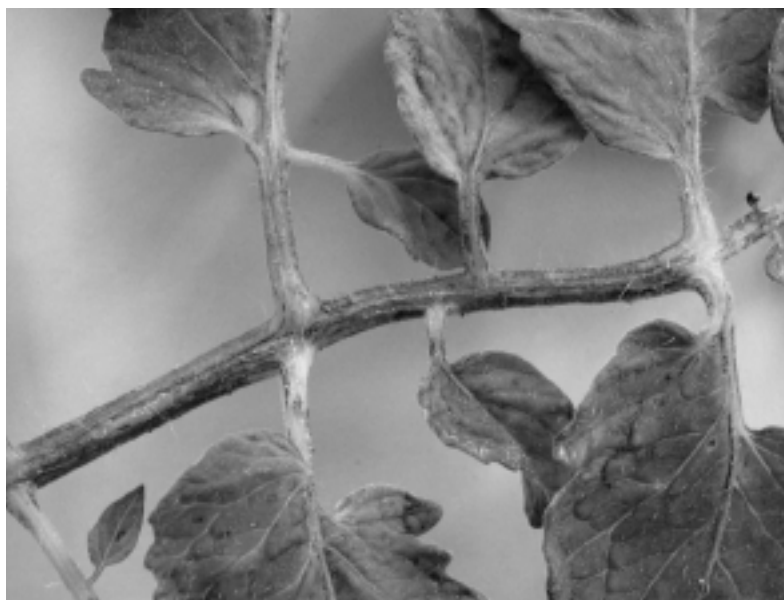
Het is duidelijk dat PepMV oorspronkelijk uit Zuid-Amerika afkomstig is. Studies hebben laten zien dat het wijdverspreid is in populaties van wilde *Lycopersicon* soorten in Peru. De pepinostam is symptoomloos of vertoont maar heel zwakke symptomen in commerciële tomatenrassen (*L. esculentum*). In tegenstelling daarmee geeft de tomatenstam wel veel duidelijke symptomen in tomaat. Daardoor werd het virus in 1999 voor het eerst in Engeland en Nederland opgemerkt en snel daarna ook in andere landen.

De tomatenstam is de meest voorkomend stam in alle landen die het virus tot nu toe gerapporteerd hebben. Vrijwel alle isolaten van deze stam verschillen in hun sequenties maar minimaal van elkaar en kunnen niet worden ingedeeld op basis van hun geografische vindplaats

of hun symptomen op tomaat of toetsplanten. Dit wijst op een vrij recente introductie en verspreiding van het virus in de commerciële tomatenteelt.

Analyses van monsters verzameld sinds 1998 op diverse plaatsen in Spanje, waaronder Murcia en de Canarische Eilanden, leidde tot een aantal interessante conclusies; PepMV bleek al in 1998 in Murcia aanwezig; er zijn verschillende onafhankelijke introducties van het virus in Spanje geweest, zowel op het Spaanse vaste land als op de Canarische Eilanden; naast de tomatenstam werden ook de pepinostam en het US2 isolaat aangetroffen; zowel de pepinostam als het US2 isolaat werden altijd samen met de tomatenstam in een plant aangetroffen, menginfecties zijn dus mogelijk. Dit laatste wordt door bevindingen in Nederlandse teelten bevestigd. Het belangrijkste echter is dat in een tweetal gevallen recombinante PepMV-isolaten werden gevonden.

PepMV in de USA kon voor het eerst in materiaal dat verzameld was in 2000 worden aangetoond. Toch lijkt de popula-



Figuur 5. Stengel necrose als gevolg van PepMV.

tie in dat land anders dan in Europa. Hoewel de tomatenstam ook in Noord-Amerika voorkomt (USA en Canada) komen er ook twee zeer afwijkende isolaten voor; US1 en US2. Het is zeer waarschijnlijk dat die twee rechtstreeks vanuit Zuid-Amerika geïntroduceerd zijn. Over het voorkomen van de pepinostam in Noord-Amerika is niets bekend.

Het bovenstaande suggereert dat verschillende stammen van PepMV, zich op verschillende tijdstippen verspreid hebben vanuit Zuid-Amerika. Dit is vermoedelijk gebeurd vanuit verschillende waardplanten zoals pepino, wilde *Lycopersicon* soorten of andere, nog onbekende waardplanten. Dit heeft geleid tot verschillende onafhankelijke introducties op verschillende plaatsen op deze wereld. Een aantal eigenschappen van het virus hebben hieraan bijgedragen:

- De originele pepinostam is (vrijwel) symptomeloos in commerciële tomaat
- Betrouwbare diagnostica voor het virus kwamen pas beschikbaar nadat de tomatenstam van het virus in

commerciële tomatenteelten was aangetroffen

- PepMV is een potexvirus en daarmee zeer gemakkelijk mechanisch overdraagbaar en het blijft tot enige weken infectieus in plantmateriaal, of op besmette oppervlakten
- Vruchten geoogst van geïnfecteerde planten bevatten (zeer) hoge concentraties van het virus

De aanwezigheid van PepMV in tomaat is zeer waarschijnlijk onopgemerkt gebleven totdat de tomatenstam zich manifesteerde. Het lijkt erop alsof de tomatenstam een verhoogde virulentie en fitness heeft in tomaat en dat bijgedragen heeft aan de snelle wereldwijde verspreiding van het virus. Wat de betekenis van de vondsten van dubbelinfecties met meerdere stammen in een plant en de virusrecombinanten voor de problemen met PepMV zullen betekenen blijft voorlopig gissen.

## ***Virus schade en beheersing***

De meningen over de schade veroorzaakt door pepinomo-

zaïekvirus lopen nogal uiteen. Het oorspronkelijke pepinomozaïekvirus-isolaat dat in 1999 voor het eerst in Nederland werd waargenomen, gaf in de beginperiode slechts beperkte bladsymptomen en de economische schade was gering. Pepinomozaïekvirus heeft zich sinds de eerste vondst sterk verspreid. Het niet altijd even goed schoonmaken aan het eind van de teelt heeft hieraan zeker bijgedragen.

Vanaf 2004 is er een duidelijke toename van de schade die pepinomozaïekvirus veroorzaakt in de tomatenteelt. Het virus kan zich veel duidelijker uiten in heftigere bladsymptomen in het begin van de teelt maar ook bijkomende vruchtsymptomen in de tweede helft van de teelt (vanaf juli – augustus). Deze symptomen uiten zich in de vorm van grauwe kronen tot vlekkerige en zachte vruchten en verminderde houdbaarheid, kortom een kwaliteitsprobleem.

Resultaten van onderzoek uit Engeland geven aan dat pepinomozaïekvirus vooral een effect heeft op de kwaliteit van de vruchten en daarvoor aanzienlijke economische schade zorgt omdat de afnemers niet of nauwelijks betalen voor een lagere klasse

Uit diverse publicaties over pepinomozaïekvirus blijkt dat de uiting van symptomen afhankelijk zijn van de omstandigheden waarbij de plant staat. In Spanje laten planten die geïnfecteerd zijn met pepinomozaïekvirus symptomen zien vanaf de herfst tot en met de lente daarna verdwijnen ze bij een hogere lichtintensiteit en temperaturen. Inmiddels zijn een aantal isolaten van pepinomozaïekvirus beschreven, met duidelijke verschillen in hun genetisch materiaal, die



*Figuur 6. Necrose op jonge vruchten.*

heftige symptomen op blad, vrucht en stengel veroorzaken. Echter, het is nog niet bekend welk verschil (of welke verschillen) daar voor verantwoordelijk is (of zijn).

Naast een infectie met alleen pepinomozaïekvirus kan er ook een combinatie voorkomen met *Verticillium*. Uit onderzoek hierover is bekend dat met bepaalde *Verticillium*-soorten verwelkingssymptomen kunnen optreden. Met name als er een vroege (januari) infectie met *Verticillium* heeft plaatsgevonden gevolgd door een latere (mei/juni) infectie met pepinomozaïekvirus dat verzwakt de plant zodanig dat planten zelfs dood kunnen gaan.

## **Virusverspreiding en overdracht**

Pepinomozaïekvirus is een mechanisch overdraagbaar virus. De overdracht van dit virus vindt met name plaats bij gewashandelingen als dieven, draaien en oogsten. Maar ook via besmet materiaal zoals mesjes, scharen, kleding, sieraden en fust is verspreiding mogelijk. Het virus kan gemakkelijke enige weken overblijven in gewasresten zoals bladeren, wortels en vruchten.

In principe speelt zaadoverdracht bij pepinomozaïekvirus geen rol. Op basis van EC directive 2004/200/EC is het binnen de EU verboden om zaden te verhandelen die afkomstig zijn van planten die met pepinomozaïekvirus zijn geïnfecteerd of officieel getest op de afwezigheid van PepMV. Theoretisch is de kans dat het virus met het zaad meekomt zeer gering en zou zich alleen voor kunnen doen als men zich niet aan de regels houdt. In on-



*Figuur 7. Wankleurigheid ten gevolge van PepMV.*

derzoek is ooit vastgesteld dat in partijen slecht geschoond zaad pepinomozaïekvirus kan voorkomen. Het is echter niet duidelijk geworden dat dit tot een infectie van zaailingen leidt. In de praktijk zal dit nooit een grote rol spelen omdat de kans op een mechanische verspreiding vele malen groter zal zijn.

Uit onderzoek is gebleken dat hommels in staat zijn het virus over te brengen maar dit moet meer gezien worden als een mechanische verspreiding dan dat hommels werkelijk een vector zijn van het virus. Bij witte vlieg is helemaal geen overdracht vastgesteld en bij *Macrolophus* (roofwants) alleen onder proefomstandigheden. Virusoverdracht door *Macrolophus* afkomstig van een besmet bedrijf kon niet worden aangetoond.

## **Mogelijke oplossingen van het virusprobleem**

Omdat het virus niet direct te bestrijden is zal een aantasting moeten worden voorkomen of

verspreiding worden tegengegaan. Dit kan alleen met het nemen van verschillende hygiëne maatregelen.

In 2000 (en herzien in 2001) is een Hygiëneprotocol Tomaat opgesteld en bevat vele maatregelen die zijn opgesteld als richtlijn voor toepassing op individuele bedrijven. Een teeltwisseling is de juiste periode om van een virusprobleem af te komen. Belangrijkste is dat hiervoor voldoende tijd wordt genomen omdat er heel veel moet gebeuren. Voor een gedegen aanpak is het gebruik van het protocol noodzakelijk. Dat begint met een duidelijke instructie aan het personeel en een controle op het juist handhaven van het protocol door iedereen. Heel belangrijk is dat als een bedrijf leeg en ontsmet is de deur ook letterlijk op slot moet. Gedurende de teelt zal daarom een zeer streng beleid gevoerd moeten worden wie op het bedrijf naar binnen mag. Een gezamenlijke aanpak over tijdstip teeltwisseling en start teelt bijvoorbeeld per straat, buurt of plaats zou aan te raden zijn.

In het verleden zijn goede re-

sultaten behaald met het toepassen van een zwakke stam van tomatenmozaïekvirus. Dit gaf een goede bescherming tegen de effecten van een besmetting met een sterke stam van tomatenmozaïekvirus. Toepassing van een zwakkere stam voorkomt echter niet een besmetting met een sterke stam.

De laatste tijd is meerdere malen geopperd dat een zwakke stam van pepinomozaïekvirus mogelijk ingezet zou kunnen worden om schade door sterke stammen van het virus te beperken. Het is op dit moment onduidelijk of een dergelijke strategie voor pepinomozaïekvirus toepasbaar zal zijn.

Resistentie zou de meest eenvoudige oplossing voor het probleem kunnen zijn maar is helaas nog geen optie omdat er nog geen enkele vorm van resistentie geïdentificeerd is. Alleen transgene resistentie zou een duurzame oplossing bieden maar is in de praktijk geen optie.

## **Welke maatregelen dragen bij aan een oplossing ?**

Een oplossing voor de problemen met pepinomozaïekvirus zullen een flinke inspanning vergen. Om te beginnen is het van het grootste belang dat be-

drijven schoon moeten beginnen en ook schoon moeten blijven. Schoon beginnen is goed mogelijk omdat zaailingen en planten bij de plantenkwekers in het algemeen gezond zijn en controle al een onderdeel van het kwaliteitssysteem is. Schoon blijven zal voor individuele tuinders een grotere uitdaging zijn. Omdat het virus al wijd verspreid is, zal de kans op een nieuwe besmetting aanzienlijk zijn. Snel herkennen en direct verwijderen van nieuwe besmettingen moet een hoge prioriteit hebben. Een snelle dip-stick test voor pepinomozaïekvirus die enige jaren geleden door PRI is ontwikkeld kan daarin een rol spelen. De test op het virus geeft niet alleen binnen twintig minuten uitsluitel maar kan ook op het bedrijf zelf uitgevoerd worden zodat de kans op verspreiding van het virus geminimaliseerd wordt. Na het vaststellen van een infectie moet direct de infectiebron(nen) worden verwijderd. Dit zal consequent volgehouden moeten worden en daarbij zal training en bewustwording van het personeel een grote rol in spelen.

## **Nieuwe gevaren voor de tomatenteelt**

Omdat pepinomozaïekvirus inmiddels over de hele wereld voorkomt en zich vaak onopgemerkt kan verspreiden via

fust en besmette vruchten blijft het gevaar bestaan dat er nieuwe en andere stammen van pepinomozaïekvirus in de teelt van tomaten binnenkomen.

De praktijk van de afgelopen jaren heeft al laten zien dat het virus niet alleen in de loop van de tijd verandert maar ook dat er verschillende stammen van pepinomozaïekvirus in dezelfde plant terecht kunnen komen. Dat heeft in Spanje al tot recombinanten geleid. Of die tot nog ernstiger problemen zullen leiden moeten we afwachten. Het is nog lang niet duidelijk hoe de verschillende stammen van het virus over de verschillende landen precies verspreid zijn. Het is te verwachten dat de US2 stam en pepino stam ook in andere landen buiten Spanje voorkomen.

Het is duidelijk dat de problemen rond pepinomozaïekvirus niet vanzelf zullen verdwijnen. Of pepinomozaïekvirus ook op de lange termijn een probleem zal blijven zal afhangen van de ruimte die het virus krijgt. Alle partijen zullen daarin hun verantwoordelijkheid moeten nemen.

*Dit artikel is ondermeer gebaseerd op Nederlands onderzoek dat bij PPO en PRI is uitgevoerd en is gefinancierd door Productschap Tuinbouw.*