



Schade door pepinomozaïekvirus

Onderzoek en aanbevelingen

Abco de Buck en Ineke Stijger

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	7
1.1	Pepinomozaïekvirus en <i>Verticillium</i>	7
1.2	Probleemstelling	7
1.3	Uitgangspunten voor schadeberekening	8
1.4	Een quarantainestatus voor pepinomozaïekvirus?.....	8
2	MATERIAAL EN METHODE	9
2.1	Kasproef.....	9
2.1.1	Behandelingen.....	9
2.1.2	Verloop van het experiment	10
2.2	Enquête en monitoring	10
3	UITKOMSTEN EXPERIMENT	11
3.1	Kasproef.....	11
3.1.1	Productie	11
	Effect van PepMV	11
	Effect van <i>Verticillium</i>	12
	Effect van PepMV in combinatie met <i>Verticillium</i>	13
3.1.2	Kwaliteit	14
	Aandeel klassen 'binnenland' en 'export'	14
	Aandeel vruchten met neusrot	15
3.1.3	Gewasontwikkeling.....	16
3.2	Enquête en Monitoring	17
4	DISCUSSIE, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19

Samenvatting

Begin 1999 werd pepinomozaïekvirus (PepMV) voor het eerst in de Nederlandse tomatenteelt waargenomen. Dit virus was eerder beschreven in het gewas pepino in Peru en bleek ook in andere landen in Europa voor te komen. Thans wordt in EU verband gediscussieerd om PepMV een quarantainestatus toe te kennen. Dit onderzoek richt zich op een belangrijk vraagpunt in deze discussie; namelijk onder welke teeltomstandigheden PepMV tot schade leidt en hoe omvangrijk deze schade is.

Door PepMV aangetaste tomatenplanten kunnen een veelheid aan symptomen laten zien aan bladeren, aan vruchten en in de stengel. De symptomen zijn afhankelijk van ras, moment van infectie en groeiomstandigheden van de plant. Planten kunnen zich hiervan ook weer herstellen. Uit monsters van geïnfecteerde tomatenbedrijven bleek dat een infectie met PepMV tot schade kan leiden; vooral wanneer het gewas bovendien met *Verticillium* is geïnfecteerd. In 2001 is bij PPO Glastuinbouw te Naaldwijk een kasproef uitgevoerd naar de invloed van PepMV en *Verticillium* op verwelking in tomaat. In dit onderzoek zijn de gegevens van deze proef gecombineerd met een monitoring onder geïnfecteerde bedrijven (in 2000) en een enquête onder tomatentelers (in 2001).

In het experiment met zes tomatenrassen is geen duidelijke productiederving aangetoond door infectie met PepMV in januari, april of juli. Alleen bij het ras Clothilde is een productiederving ten gevolge van *Verticillium* gevonden (23%). Bij alle rassen, behalve Favorita, is wel een productiederving gevonden ten gevolge van infectie met zowel PepMV en *Verticillium*. De enquêtes bevestigden de resultaten van het experiment dat PepMV vooral tot aanzienlijke schade kan leiden, indien het gewas tevens met *Verticillium* is geïnfecteerd. Gegeven een infectie met *Verticillium*, leidde infectie met PepMV in juli tot 25% productiederving en infectie in april tot 40% productiederving.

Kwaliteit van de productie is uitgedrukt in het aandeel klasse 'export' en in het aandeel vruchten met nuesrot. Infectie met PepMV of met *Verticillium* of een combinatie van beide leidde niet tot een duidelijke verschuiving in het fractie klasse 'export' en klasse 'binnenland' van de oogst. Uit het experiment bleek dat PepMV geen en dat *Verticillium* wel invloed had op het voorkomen van nuesrot.

Bij de oogst is per tros het aantal tomaten en het volgnummer van de tros bijgehouden. Hieruit is het gemiddeld nummer van de productieve tros bepaald, wat is gebruikt ter vergelijking van de ontwikkelingsstadia van het gewas bij de verschillende behandelingen. Infectie met *Verticillium* en waarschijnlijk ook infectie met PepMV bleken vanaf ca. halverwege het productieseizoen de ontwikkeling van het gewas te vertragen.

Het experiment was niet opgezet om de schade door PepMV te onderzoeken en moet beschouwd worden als een pilot, waarvan de conclusies bevestigd dienen te worden in vervolgonderzoek. Een meer uitgebreide proef zou bovendien tot meer nauwkeurige conclusies kunnen leiden ten aanzien van de schade door infectie met alléén PepMV. In een vervolgonderzoek zou tevens het begrip economische schade verder uitgewerkt kunnen worden.

1 Inleiding

In het begin van 1999 werd pepinomozaïekvirus (PepMV) voor het eerst in de Nederlandse tomatenteelt waargenomen. Tot dan was het pepinomozaïekvirus eenmalig beschreven in het gewas pepino in Peru (Jones, Koenig en Lesemann, 1980). Inmiddels blijkt dat het virus ook in andere landen in Europa voorkomt. Halverwege 1999 is er door drie onderzoeksinstituten, Plantenziektkundige Dienst (PD), Plant Research International (PRI) en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO, voorheen PBG) een onderzoek gestart naar dit nieuwe virus (Stijger, van der Vlugt en Verhoeven, 2000). De aandacht ging in de eerste plaats uit naar de identificatie van dit nieuwe virus en vervolgens de overdracht en verspreiding ervan (Stijger en Mudde, 2000; Van der Vlugt et al, 2000; Jagers op Akkerhuis en Stijger, 2001).

In door PepMV aangetaste tomatenplanten kan een grote verscheidenheid aan symptomen optreden die afhankelijk zijn van de rassen, leeftijd van de plant, leeftijd van de plant op moment van infectie en omstandigheden waarin de planten staan. In het begin van het teeltseizoen (januari en februari) laten vroeg geïnfecteerde planten tussenervige vergeling zien, mozaïek in jonge blaadjes, soms met bobbel en andere misvormingen. Over het algemeen herstellen de planten zich binnen een paar weken en zijn er geen symptomen meer waar te nemen.

Planten die geïnfecteerd raken in de zomer of de herfst laten niet of nauwelijks bladsymptomen zien. Wel kunnen bij deze planten vruchtsymptomen ontstaan. Mogelijke symptomen zijn het moeilijk doorkleuren van een aantal vruchten en het ontstaan van marmerachtige patronen op de vruchten. Ook deze symptomen kunnen weer snel verdwijnen.

1.1 Pepinomozaïekvirus en *Verticillium*

In 1999 en 2000 kampten meerdere tomatenbedrijven vooral in de zomer met verwelking van de planten. Van deze bedrijven zijn diverse monsters onderzocht door meerder onderzoeksinstituten. De resultaten uit deze toetsingen waren tegenstrijdig. Sommige instellingen vonden in een aantal monsters *Verticillium* en andere in geen enkel monster. Sommige instellingen vonden PepMV in de monsters; al dan niet in combinatie met *Verticillium*.

In 2001 is bij PPO Glastuinbouw te Naaldwijk in een kasproef het effect van *Verticillium*, PepMV en de combinatie van beide op verwelkingsymptomen onderzocht (Stijger en Paternotte, 2001). In deze proef zijn veel kwantitatieve waarnemingen gedaan, die gebruikt zijn voor de schadeberekeningen in dit rapport.

1.2 Probleemstelling

Het pepinomozaïekvirus heeft zich pas zeer recent gevestigd in de tomatenteelt in Europa. De opvattingen over de schadelijkheid van het virus lopen uiteen van weinig of geen schade tot meer dan 15% productiederving. Deze opvattingen worden nog nergens gestaafd door onderzoek. Toch zijn er afhankelijk van de omstandigheden wel degelijk verschillen in schade te verwachten. Een aantal mogelijke oorzaken van deze verschillen zijn:

- gevoeligheid van het tomatenras
- groeistadium van het gewas op het moment van infectie
- aanwezigheid van *Verticillium* in het gewas
- het klimaat op het moment van infectie en daarna

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen onder welke omstandigheden infectie met PepMV leidt tot welke vormen van schade en de omvang van deze schade in de tomatenteelt. Er zijn sterke aanwijzingen dat vooral een gecombineerde infectie met PepMV en *Verticillium* tot aanzienlijke schade kan leiden. Daarom is deze factor expliciet meegenomen in dit onderzoek.

1.3 Uitgangspunten voor schadeberekening

Voor een zestal rassen zijn verschillende *Verticillium* en PepMV behandelingen en combinaties van beiden toegepast. De schade van deze behandelingen is steeds bepaald ten opzichte van de tevens in de proef opgenomen nul-objecten (onbehandelde, niet-besmette controle). In dit onderzoek wordt alleen gekeken naar fysieke schade in kwantitatieve en in kwalitatieve zin. Kwantitatieve schade wordt gedefinieerd als productiederving in kg verkoopbaar product en in aantal geoogste vruchten. Kwalitatieve schade wordt gedefinieerd als vermindering van het aandeel klasse 'export' in de productie en de fractie vruchten met neusrot (er wordt verondersteld dat *Verticillium* het optreden van neusrot veroorzaakt).

Vervolgonderzoek zou zich erop kunnen richten om de schade in financiële termen uit te drukken. Bij deze berekeningen moet rekening worden gehouden met prijzen die fluctueren tussen jaren en binnen jaren; waardoor een fysiek gelijke productiederving op verschillende tijdstippen verschillende financiële gevolgen kan hebben. Bovendien gelden er verschillende prijzen voor verschillende productkwaliteiten. De berekening van de financiële schade is in dit onderzoek achterwege gebleven, omdat het slechts een pilot betreft.

1.4 Een quarantainestatus voor pepinomozaïekvirus?

Pepinomozaïekvirus is een mechanisch overdraagbaar virus. Na het zichtbaar worden van de eerste symptomen verspreidt het virus zich snel naar andere planten. Meestal zijn de symptomen vrij zwak en verdwijnen deze binnen een paar weken. Er bestaan geen bestrijdingsmethoden tegen het virus. In het "Hygiëneprotocol Tomaat" (Mudde en Stijger, 2000) zijn in het najaar van 2000 door een aantal onderzoeksinstellingen alle bekende preventieve maatregelen systematisch gebundeld. In EU verband wordt volop gediscussieerd over het toekennen van een quarantainestatus aan het virus. Hiertoe moet worden onderzocht wat de mogelijkheden van een quarantainestatus zijn. Het virus heeft mogelijk in veel landen reeds een behoorlijke verspreidingsgraad. Waarschijnlijk is het invoeren en handhaven van een quarantainestatus in de EU daarom een grootschalige, moeilijke en kostbare operatie.

Het is bovendien de vraag of een quarantainestatus voor PepMV wel gewenst is. Een belangrijke factor hierin is de schade die het virus zou kunnen veroorzaken, wanneer een tomatenbedrijf geïnfecteerd raakt. Uit de lidstaten van de Europese Unie worden zeer verschillende uitingen van symptomen op tomaat gemeld. Het is nog onduidelijk of dit ligt aan de verschillende tomatenrassen, virus-isolaten of klimatologische omstandigheden. Bovendien bestaat er veel verschil van inzicht over de inschatting van de schade veroorzaakt door PepMV. Het op de juiste wijze bepalen van de schade door het virus is van groot belang zodat PepMV niet op onterechte gronden een quarantainestatus krijgt.

2 Materiaal en methode

Aan dit rapport liggen een aantal onderzoeken ten grondslag. In 2000 is een monitoring en in 2001 is een enquête onder tomatentelers uitgevoerd naar de verspreiding van en de schade door pepinomozaïekvirus. In 2001 is een kasproef uitgevoerd bij PPO Glastuinbouw te Naaldwijk.

2.1 Kasproef

De besmettelijkheid van de virusziekte PepMV stelt bijzondere eisen aan de proefopzet. De proef moet namelijk zodanig zijn ingericht dat geïnfecteerde objecten geen besmettingsbron voor (nog) niet geïnfecteerde objecten kunnen zijn. Binnen een enkele kasafdeling is daarom geen volledig geward proefschema mogelijk. Om onbedoelde infectie met PepMV te voorkomen liggen de behandelingen om de rij, worden in de bufferrijen paprikaplanten geteeld, wordt een vaste werkrichting bij de wekelijkse oogsten aangehouden. Tevens worden tal van bedrijfshygiëne maatregelen genomen, zoals het ontsmetten van handen en mesjes per plant en het afgazen van de beluchtingsramen.

De proef kwam oorspronkelijk voort uit een andere onderzoeksvraag. De proefopzet was daarom niet gericht op het bepalen van de schade door PepMV. Desalniettemin geeft de proef een beeld van de omstandigheden, waaronder PepMV leidt tot schade en van de omvang van deze schade. De consequentie van de enkelvoudige uitvoering en niet gewarde ligging van de objecten is dat de statistische betrouwbaarheid van de resultaten niet bepaald kan worden. De proef moet beschouwd worden als een pilot experiment, waarvan de resultaten richting geven aan vervolgonderzoek. Bovendien zullen de voorlopige conclusies bevestigd moeten worden door vervolgonderzoek. Slechts de interne consistentie van de gevonden data en de consistentie met bestaande kennis kan een indicatie van de betrouwbaarheid opleveren.

Van elk veldje zijn gedurende het hele groeiseizoen de kleurende tomaten wekelijks geoogst in de periode van week 10 tot week 36, op een wijze die in de praktijk gebruikelijk is. Hierbij zijn het geoogste gewicht en aantal waargenomen. De oogst is gesplitst in product, geschikt voor export en in product, geschikt voor de binnenlandse markt. Tomaten met verschijnselen van neusrot zijn wel geteld, maar zijn niet tot de opbrengst gerekend. De schade is afgeleid uit de totale productie, de fractie van de productie met kwaliteit 'binnenland' (en 'export') en het aantal vruchten met verschijnselen van neusrot.

Tevens zijn bij elke oogst per tros het aantal bloempjes, het aantal vruchten en het aantal geoogste tomaten waargenomen. De getelde bloempjes en vruchten zijn niet gemarkeerd en zodoende bij elke oogst opnieuw geteld. Het uitzetten van deze tellingen in enige vorm van tijdreeks was dan ook niet mogelijk. De geoogste tomaten zijn vanzelfsprekend wel éénmalig geteld; namelijk bij de oogst. Uit deze gegevens is het 'gemiddelde nummer van de productieve tros' bepaald (het gemiddelde nummer is gewogen naar het aantal tomaten per tros). Deze parameter is een maat voor de ontwikkelingssnelheid van de plant.

2.1.1 Behandelingen

Het experiment was verdeeld over twee afzonderlijke afdelingen in de kas. De proef in afdeling 15 was gericht op het aantonen van interactie tussen infectie met PepMV en *Verticillium*. In de proef in afdeling 17 zijn alleen niet-PepMV objecten uitgevoerd (dat zijn dus onbehandelde objecten en objecten met alleen *Verticillium*). De gebruikte cultivars in beide proeven waren de trostypes Favorita (cherrytomaat), Voyager en Clotilde en de ronde types Aromata, Starfighter en Rapsodie. De proeffactoren waren voor alle cultivars dezelfde (Tabel 1).

Tabel 1 De behandelingen van de kasproef in afdeling 15 en in afdeling 17

<i>Verticillium</i>	Isolaten <i>Verticillium</i>	PepMV	Rassen ¹	Locatie	Aantal objecten
niet		niet	A, G, F, R, S, V	afd. 15, afd. 17	6*2=12
niet		juli	A, G, F, R, S, V	afd. 15	6
niet		april	A, G, F, R, S, V	afd. 15	6
niet		januari	A, G, F, R, S, V	afd. 15	6
wel	PBG en GAC	niet	A, G, F, R, S, V	afd. 17	2*6=12
wel	PBG, GAC en PBG + GAC	juli	A, G, F, R, S, V	afd. 15	3*6=18
wel	PBG, GAC en PBG + GAC	april	A, G, F, R, S, V	afd. 15	3*6=18
wel	PBG, GAC en PBG + GAC	januari	A, G, F, R, S, V	afd. 15	3*6=18
Totaal					96

1) A (Aromata), C (Clothilde), F (Favorita), R (Rapsodie), S (Starfighter), V (Voyager)

In afdeling 15 is op drie verschillende tijdstippen geïnoculeerd met PepMV:

0. géén infectie
1. in juli (week 27)
2. in april (week 14)
3. vanaf het begin van de teelt in januari

Bij de proef in afdeling 15 is de helft van de veldjes vanaf het begin van de teelt in januari geïnfecteerd met *Verticillium*, de andere helft bleef vrij van *Verticillium*. Het inoculum was afkomstig van twee instellingen: PBG (thans PPO Glastuinbouw) en GAC (Groen Agro Control). Met *Verticillium* van elke herkomst is apart geïnoculeerd en ook is met een mengsel van beide herkomsten geïnoculeerd. Bij de proef in afdeling 17 is het effect van wel en niet besmetten met *Verticillium* bekeken (zonder besmetting met PepMV).

2.1.2 Verloop van het experiment

In sommige veldjes met een late infectie waren in afdeling 15 vanaf half juni (ca. week 24) reeds verschijnselen van PepMV te zien. Gezien de incubatietijd van enkele weken duidt dit op een infectie van een paar weken daarvoor. Kennelijk is het ondanks de genomen hygiënemaatregelen niet gelukt om infectie tot aan het einde van de proef te voorkomen. Feitelijk zijn de objecten met een late infectie dus geïnfecteerd geraakt tussen begin mei en begin juni.

Vanaf week 32 is in afdeling 15 en afdeling 17 niet meer per ras maar per veldje geoogst. Onder invloed van het warme weer was er in de kas moeilijk klimaat te houden. Daarom gingen er veel vruchten verloren en was het oogsten per ras niet meer zinvol. Dit betekent dat vanaf week 32 geen onderscheid meer kon worden gemaakt tussen de verschillende rassen.

2.2 Enquête en monitoring

In de eerste helft van 2001 zijn een kleine vijfhonderd enquêtes naar alle bij LTO Groeiservice aangesloten tomatentuinders gestuurd. De vragen in deze enquête hadden betrekking op de teelt van 1999, de teeltwisseling, het teeltjaar 2000 en de daarop volgende teeltwisseling én de start van de teelt in 2001. Eén van de vragen was specifiek gericht op de eventuele oogst- of opbrengstderiving en de economische schade veroorzaakt door pepinomozaïekvirus.

In 2000 zijn enkele, vroeg met pepinomozaïekvirus geïnfecteerde bedrijven, een jaar lang gevolgd. Daarbij is gekeken naar het verloop van de ziekte van met name de blad- en vruchtsymptomen, oogst- en opbrengstderiving en de economische schade.

3 Uitkomsten experiment

Uit de oogstgegevens is eerst het verschil in virulentie tussen de twee *Verticillium* isolaten bepaald. Het PBG isolaat bleek veel agressiever te zijn dan het GAC isolaat: na infectie met PepMV in april volgde namelijk alleen in de PBG-objecten een duidelijk lagere productie (Tabel 2). De GAC-objecten lieten geen duidelijke productiederving zien ten opzichte van het onbehandelde object. Bij de bespreking van de resultaten wordt verder geen onderscheid gemaakt naar *Verticillium* isolaat; alle uitkomsten zijn gemiddeld over de drie 'isolaat-behandelingen'.

Tabel 2 Het effect van infectie met twee Verticillium isolaten (in combinatie met infectie met PepMV op drie tijdstippen) op de totale productie (kg per veldje, gemiddeld over de zes cultivars)

<i>Verticillium</i>	PepMV	Isolaat <i>Verticillium</i>		–
		GAC	PBG	
niet	niet	–	–	14.24
wel	juli	12.12	6.56	–
wel	april	12.15	6.75	–
wel	januari	11.87	9.06	–

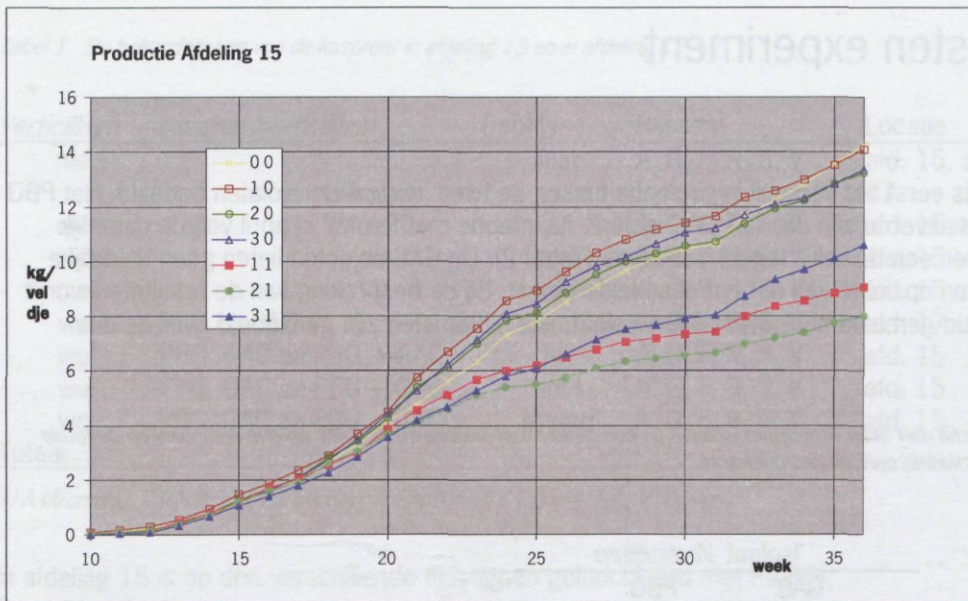
Het effect van de behandelingen op de wekelijkse productie (kg per veldje) lopen bij alle rassen meer in het oog dan het effect op de geoogste aantallen vruchten. Dit impliceert dat de lagere opbrengst vooral wordt veroorzaakt door een lager vruchtgewicht. Verder wordt in dit hoofdstuk niet meer ingegaan op de aantallen geoogste vruchten.

3.1 Kasproef

3.1.1 Productie

Effect van PepMV

In het experiment in afdeling 15 is slechts in een klein aantal gevallen een gering enkelvoudig effect gevonden van PepMV op de productie. In Figuur 1 valt te zien dat infectie in januari wellicht leidde tot een iets tragere start in het begin van het seizoen. Tabel 3 geeft de totale productie per ras weer; Bijlage 1 toont het verloop van de productie voor de zes afzonderlijke rassen. De rassen Aromata, Starfighter en Voyager tonen in week 16 en 17 een iets lagere cumulatieve opbrengst na infectie in april met PepMV. Dit in beide gevallen geringe effect van PepMV op de productie is waarschijnlijk onbetrouwbaar. Het is opmerkelijk dat de opbrengst van het onbehandelde object niet voor alle rassen groter of gelijk is aan de met PepMV geïnfecteerde objecten. Vooral bij het ras Aromata springt dit in het oog.



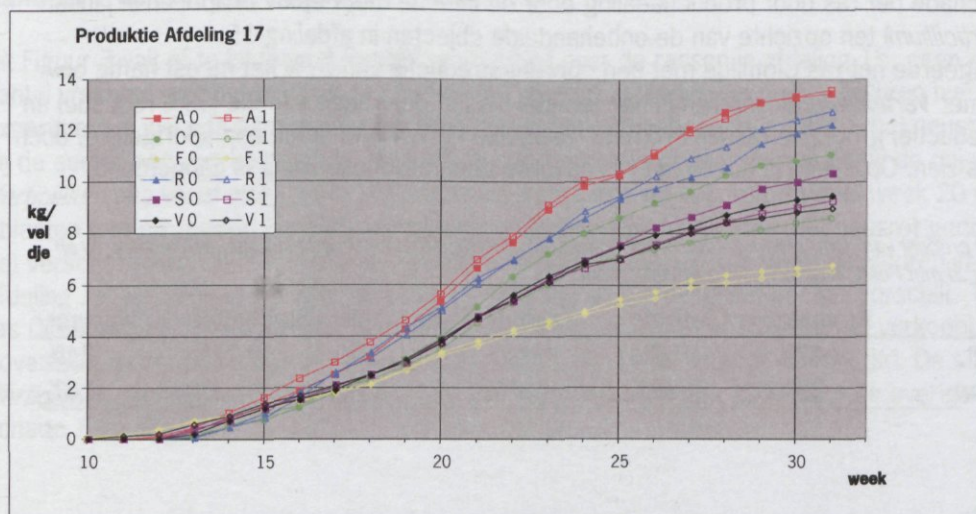
Figuur 1 Effect van de verschillende data van infectie met PepMV met en zonder Verticillium op de productie van tomaat (gemiddelde van zes rassen)

Tabel 3 Totale productie (kg per veldje) voor zes cultivars tomaat bij verschillende data van infectie met pepinomozaïe virus; al dan niet in combinatie met een vroege infectie met Verticillium (de gegevens zijn gemiddeld voor de objecten met verschillende isolaten Verticillium)

Verticillium	PepMV	Aromata	Clothilde	Favorita	Rapsodie	Starfighter	Voyager
afdeling 15							
niet	niet	12.53	11.03	6.25	13.29	10.31	9.76
niet	juli	15.22	12.29	6.26	14.11	11.46	9.69
niet	april	13.50	10.69	6.71	13.07	9.79	10.09
niet	januari	14.49	10.12	6.70	12.88	12.10	10.50
wel	juli	7.76	7.53	5.90	8.02	7.93	7.09
wel	april	6.62	4.79	6.01	8.39	7.50	6.40
wel	januari	8.34	6.75	6.58	10.15	8.00	8.23
afdeling 17							
niet	-	13.43	11.09	6.75	12.24	10.33	9.47
wel	-	13.59	8.59	6.54	12.75	9.27	8.99

Effect van Verticillium

Uit de opbrengstcurves van de objecten in afdeling 17 (Figuur 2) blijkt dat alleen de rassen Clothilde en mogelijk Starfighter gevoelig zijn voor schade door *Verticillium*. De productie van Clothilde blijft ongeveer vanaf week 20 duidelijk achter bij het onbehandelde object. Voor Starfighter geldt dit (in mindere mate) vanaf week 24. Totdat onbedoelde infectie van een aantal objecten in week 24 bleek, zijn de late infectie in afdeling 15 met en zonder *Verticillium* vergelijkbaar met de objecten in afdeling 17. Het *Verticillium*-effect wat in afdeling 17 is gevonden, wordt in afdeling 15 (vóór week 24) bij de rassen Aromata en Clothilde gevonden (Bijlage 1). Omdat dit *Verticillium*-effect bij Aromata niet overeenstemt met de resultaten in afdeling 17, kan geen productieschade afgeleid worden. Voor Clothilde kan een productieschade door vroege infectie (januari) met *Verticillium* afgeleid worden van 2,5 kg/m², ofwel 23% (Tabel 3).



Figuur 2 Effect van infectie met *Verticillium* (0/1) op de productie van tomaat van zes rassen (A, Aromata, C, Clothilde; F, Favorita; R, Rapsodie; S, Starfighter; V, Voyager).

Effect van PepMV in combinatie met *Verticillium*

Infectie met alléén PepMV leidt, ongeacht de datum daarvan, niet tot een duidelijke opbrengstreductie (de opbrengst van PepMV geïnfecteerde objecten is soms zelfs hoger dan de nul-objecten). Een opbrengstreductie ten gevolge van een infectie met alléén *Verticillium* is evenmin aangetoond. Wel bleek uit het experiment een duidelijke interactie tussen beide ziektes. Deze interactie is in één oogopslag zichtbaar in Figuur 1, waar de curves van de *Verticillium* geïnfecteerde objecten tussen week 20 en week 25 duidelijk als twee groepen uit elkaar gaan lopen.

De infectie met PepMV vertoont voor alle rassen, behalve Favorita (ook de rassen, waarvan geen reactie op *Verticillium* werd gevonden) een heftige interactie met een infectie met *Verticillium*. Hieruit kan geconcludeerd worden dat ras Favorita (trostype; zie Bijlage 1) weinig gevoelig is voor productiederving ten gevolge van PepMV, voor *Verticillium* of een combinatie van beide. Vanaf week 20 daalt de productiesnelheid van de in januari en april met PepMV en *Verticillium* geïnfecteerde objecten ten opzichte van de objecten zonder *Verticillium*. Vanaf week 23 laat de "juli-infectie" een soortgelijke respons zien. Zoals eerder vermeld, vond de "juli-infectie" feitelijk eerder en op een ongecontroleerde wijze plaats. Uit deze proef kunnen daarom geen conclusies afgeleid worden ten aanzien van de omvang van de schade van een late infectie met PepMV in combinatie met *Verticillium*.

Een belangrijke conclusie van dit experiment is dat -gegeven een infectie met *Verticillium*- de laagste productie gevonden worden na infectie met PepMV in april. De hoogste productie wordt gevonden na de vroege infectie. Het algemene beeld is dat de productie na de late infectie daartussenin zit (Figuur 1). Hierbij wordt een verschil in respons tussen de rassen gevonden: bij Aromata en Clothilde neigt de productie bij de late infectie naar die van de vroege en bij het ras Rapsodie neigt die naar de productie van de "april-infectie" (Bijlage 1). In combinatie met een infectie met *Verticillium* toont Starfighter nagenoeg geen respons op tijdstip van infectie met PepMV.

Tabel 4 vermeldt de schade per ras door productiedaling door de infectie met PepMV in april en in januari (in combinatie met *Verticillium*) ten opzichte van de onbehandelde objecten in afdeling 15.

Verhoudingsgewijs reageerde het ras Clothilde met een opbrengstreductie van 57% het meest heftig op PepMV in combinatie met *Verticillium*. Bovendien is het verschil tussen de vroege infectie (39% reductie) en infectie in april (57% reductie) groot. De rassen Aromata, Rapsodie en Voyager lieten een soortgelijke, doch minder heftige respons zien. Opvallend is dat bij het ras Favorita geen productiedaling is aangetoond.

Tabel 4 Productiedaling in procent van gem. productie van onbehandeld (uit afdeling 15) door vroege infectie (behandeling 3) en infectie in april (behandeling 2) met PeMV in combinatie met *Verticillium*

<i>Verticillium</i>	PepMV	Aromata	Clothilde	Favorita	Rapsodie	Starfighter	Voyager
wel	april	47%	57%	4%	37%	27%	34%
wel	januari	33%	39%	-5%	24%	22%	16%

3.1.2 Kwaliteit

De kwaliteit van de productie is uitgedrukt in de verhouding kwaliteit 'binnenland' en kwaliteit 'export' en in de fractie vruchten met verschijnselen van neusrot.

Aandeel klassen 'binnenland' en 'export'

Afhankelijk van het ras, werd tot en met week 23 hoofdzakelijk kwaliteit 'export' geoogst. Vanaf ca. week 24 werd nagenoeg alleen klasse 'binnenland' geoogst. Infectie met *Verticillium* in afdeling 17 leidde niet tot een duidelijke verandering van het aandeel 'export'. Ook uit de infectie met PepMV, al dan niet in combinatie met *Verticillium* volgde geen eenduidig effect op de kwaliteit van de oogst. Opvallend is dat de fractie 'export' van het ras Favorita hoger is dan die van de overige rassen; bovendien is dit ras weinig gevoelig voor *Verticillium* en PepMV.

Tabel 5 Opbrengst kwaliteit 'export' en 'binnenland' van de productie (kg per veldje) voor zes cultivars tomaat bij verschillende data van infectie met pepinomozaïe virus; al dan niet in combinatie met een vroege infectie met *Verticillium* (de gegevens zijn gemiddeld voor de objecten met verschillende isolaten *Verticillium*)

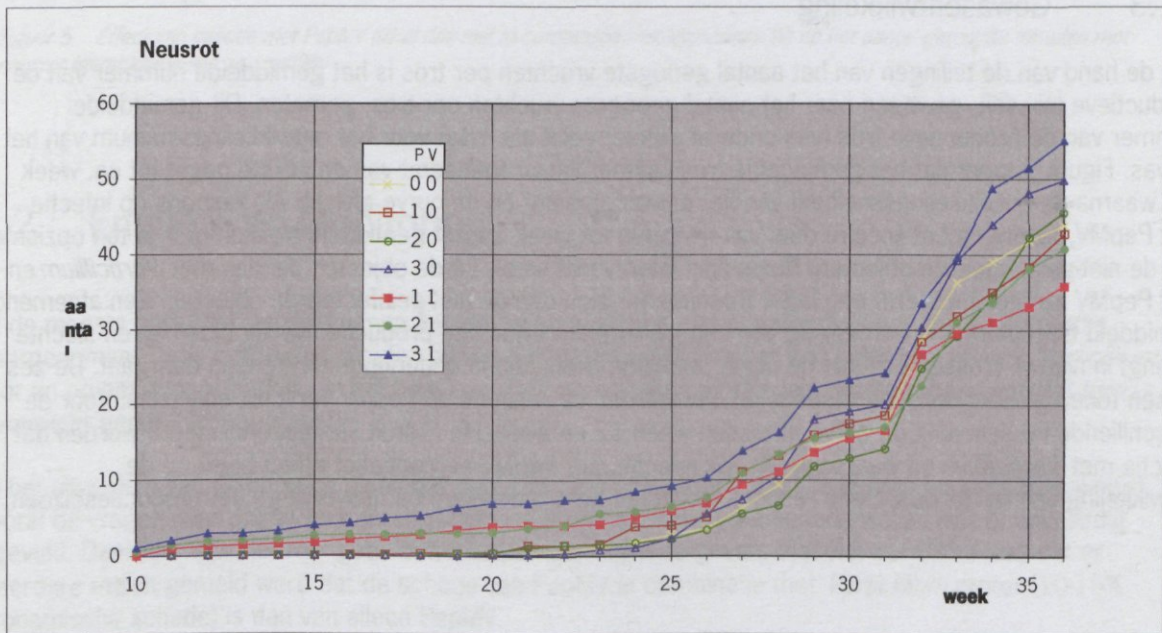
<i>Verticillium</i>	PepMV	Aromata		Clothilde		Favorita		Rapsodie		Starfighter		Voyager	
		export	binnen	export	binnen	export	binnen	export	binnen	export	binnen	export	binnen
afdeling 15													
niet	niet	5.83	6.70	6.30	4.74	4.96	1.30	6.29	7.00	6.20	4.11	6.24	3.52
niet	juli	7.19	8.03	8.19	4.10	5.04	1.21	6.28	7.83	6.76	4.69	7.05	2.64
niet	april	7.27	6.23	5.79	4.90	5.10	1.61	6.97	6.10	6.09	3.70	5.42	4.66
niet	januari	6.97	7.52	6.78	3.33	4.74	1.97	7.85	5.02	7.50	4.59	6.37	4.13
wel	juli	4.88	2.88	4.81	2.72	4.73	1.17	6.51	1.51	5.44	2.49	4.86	2.22
wel	april	4.13	2.49	3.66	1.13	4.29	1.72	4.48	3.91	4.13	3.38	4.20	2.20
wel	januari	4.54	3.80	4.02	2.74	4.73	1.84	5.64	4.51	4.36	3.63	4.68	3.55
afdeling 17													
niet	-	7.87	5.56	7.68	3.40	6.20	0.55	8.30	3.94	6.79	3.54	7.12	2.35
wel	-	7.00	6.58	6.31	2.28	5.89	0.67	7.84	4.91	6.72	2.55	6.77	2.21

Aandeel vruchten met neusrot

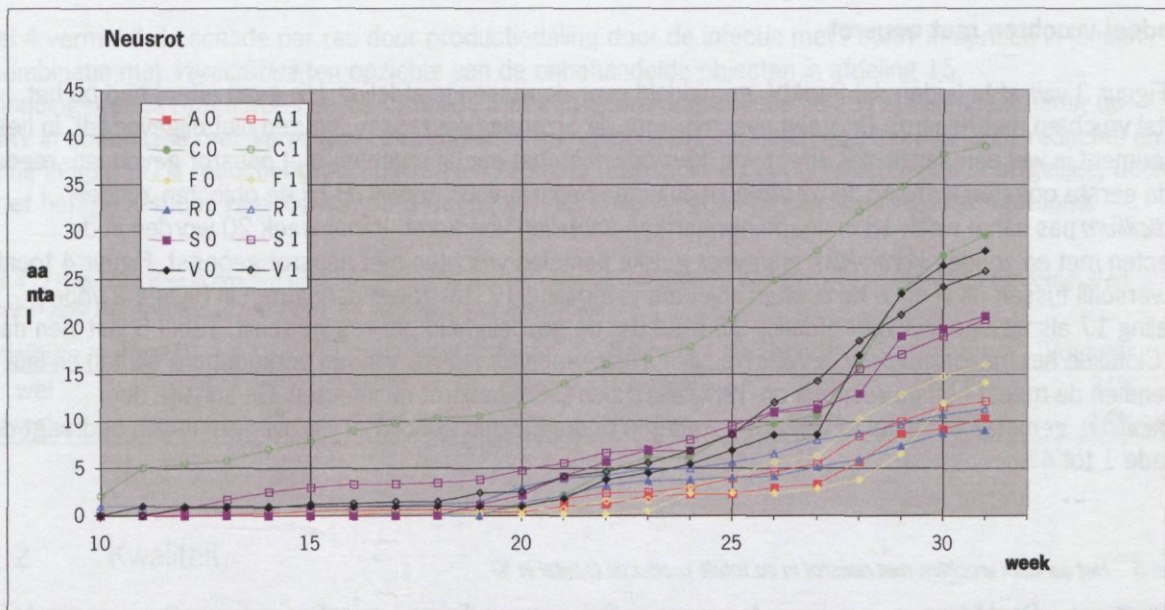
Uit Figuur 3 valt af te leiden dat PepMV, gemiddeld over de rassen in afdeling 15, geen effect had op het aantal vruchten met neusrot. Dit geldt evenmin voor de afzonderlijke rassen (figuren niet bijgevoegd). In het experiment is wel een aanzienlijk effect van *Verticillium* op het aantal vruchten met neusrot gevonden: reeds bij de eerste oogsten komt bij de *Verticillium* objecten neusrot voor, terwijl dit bij de objecten zonder *Verticillium* pas vanaf week 18 in noemenswaardige aantallen voorkomt. Vanaf week 20 worden in de objecten met en zonder *Verticillium* ongeveer gelijke aantallen vruchten met neusrot geoogst. Figuur 4 toont het verschil tussen de 0 en 1-*Verticillium* objecten in afdeling 17. Uit zowel de Figuren in Bijlage 2 voor afdeling 17 als uit Figuur 3 voor afdeling 15 blijkt dat de gevoeligheid per ras verschilt. Tabel 6 laat zien dat ras Clothilde het meest gevoelig is voor Neusrot (rotte vruchten = 38% van het verkoopbare aantal) en laat bovendien de meest heftige respons op *Verticillium* zien (58% neusrot na infectie). De schade door *Verticillium*, gemeten in aantal te verkopen vruchten bedraagt dus 20%. Voor de overige rassen bedraagt de schade 1 tot 4%.

Tabel 6 Het aandeel vruchten met neusrot in de totale productie (aantal in %)

Verticillium	PepMV	A	C	F	R	S	V
geen	-	8%	38%	3%	12%	23%	33%
wel	-	10%	58%	4%	16%	27%	33%



Figuur 3 Effect van infectie met PepMV (P) al dan niet in combinatie met Verticillium (V) op het aantal geoogste tomaten met neusrot (gemiddelde van zes rassen).

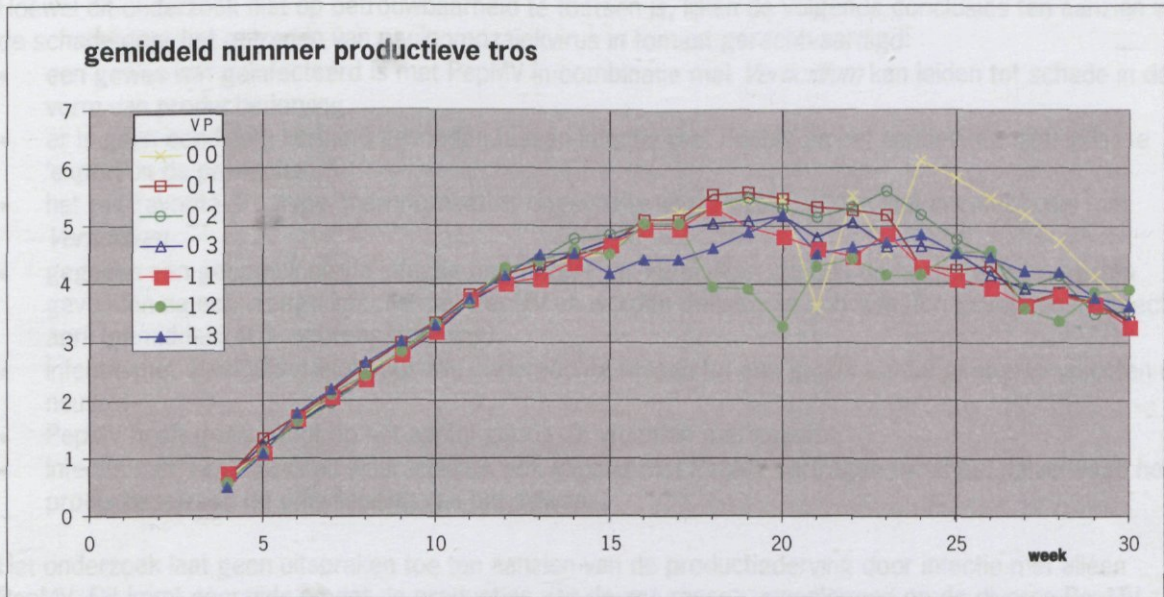


Figuur 4 Effect van infectie met *Verticillium* (0/1) op het aantal geogste tomaten met neusrot bij zes rassen (A, Aromata; C, Clothilde; F, Favorita; R, Rapsodie; S, Starfighter; V, Voyager).

3.1.3 Gewasontwikkeling

Aan de hand van de tellingen van het aantal geogste vruchten per tros is het gemiddelde nummer van de productieve trossen, gewogen naar het aantal geogste vruchten per tros, gemeten. Dit gemiddelde nummer van de productieve tros (van onderaf geteld) geldt als maat voor het ontwikkelingsstadium van het gewas. Figuur 5 toont dat het gemiddelde trosnummer lineair toeneemt van de eerste oogst tot ca. week 15, waarna de ontwikkelingssnelheid van het gewas afneemt en de curve afvlakt. Als respons op infectie met PepMV, neemt na het lineaire deel van de curve tot week 14 het gemiddeld trosnummer af ten opzichte van de niet-geïnfecteerde objecten. Bovendien laten vanaf week 14 de objecten die dan met *Verticillium* en met PepMV zijn geïnfecteerd, een lager trosnummer zien dan de niet-geïnfecteerde objecten. Een afnemend gemiddeld trosnummer is een gevolg van een geringe, kortstondige productie (weinig bloemen en slechte zetting) in nieuwe trossen bovenin de plant, terwijl de productie in onderliggende trossen doorgaat. De zes rassen tonen globaal dezelfde respons op *Verticillium*, de respons op PepMV verschilt enigszins. Voor de verschillende rassen vlakt de curve af tussen week 12 en week 15. Hieruit kan geconcludeerd worden dat infectie met *Verticillium* en waarschijnlijk ook infectie met PepMV een negatief effect heeft op de ontwikkeling van het gewas. Deze respons wordt het eerst gevonden ca. halverwege het productieseizoen.

4 Discussie, Conclusies en Aanbevelingen



Figuur 5 Effect van infectie met PepMV (P) al dan niet in combinatie met Verticillium (V) op het aantal geoogste tomaten met neusrot (gemiddelde van zes rassen)

3.2 Enquête en Monitoring

Bij de meeste bedrijven die deelnamen aan de monitoring was niet of nauwelijks een lagere productie waargenomen. Twee bedrijven vormden hierop een uitzondering: op het ene bedrijf kwam ook *Verticillium* voor en op het andere bedrijf zijn het hele jaar door problemen opgetreden met het sturen van het gewas (evenwicht generatief/vegetatief).

Bij het uitwerken van de enquête bleek dat een groot aantal tuinders niet alle vragen hadden beantwoord. Vooral de vragen over oogst- en opbrengstderiving en de economische schade waren niet of onvolledig ingevuld. Daardoor zijn hierover geen betrouwbare gegevens te geven. Wat wel opvallend was dat er meerdere malen gemeld werd dat de schade van PepMV in combinatie met *Verticillium* groter (10-15% economische schade) is dan van alleen PepMV.

4 Discussie, Conclusies en Aanbevelingen

Hoewel dit onderzoek niet op betrouwbaarheid te toetsen is, lijken de volgende conclusies ten aanzien van de schade door het optreden van pepinomozaïekvirus in tomaat gerechtvaardigd:

- een gewas wat geïnfecteerd is met PepMV in combinatie met *Verticillium* kan leiden tot schade in de vorm van productiederving
- er is geen eenduidig verband gevonden tussen infectie met PepMV en het aandeel kwaliteitsklasse 'export' in de productie
- het ras Favorita (tracstypetype cherrytomaat) is ongevoelig voor PepMV; al dan niet in combinatie met *Verticillium*
- gegeven een gecombineerde infectie met PepMV en *Verticillium* worden de hoogste opbrengsten gevonden na een vroege infectie met PepMV en worden de laagste opbrengsten gevonden na infectie in april (gemiddeld 40% opbrengstderving)
- infectie met *Verticillium* leidt voor alle onderzochte rassen tot een groter aantal geogste vruchten met neusrot
- PepMV heeft geen effect op het aantal geogste vruchten met neusrot
- infectie met *Verticillium* en waarschijnlijk ook infectie met PepMV vertragen vanaf ca. halverwege het productieseizoen de ontwikkeling van het gewas.

Het onderzoek laat geen uitspraken toe ten aanzien van de productiederving door infectie met alléén PepMV. Dit komt enerzijds omdat de producties van de zes rassen uiteenlopend op de diverse PepMV behandelingen reageerden; anderzijds waren de gevonden verschillen in productie te klein (een verschil van bijvoorbeeld 5% kan met de proefopzet niet als betrouwbaar worden gezien, terwijl dit verschil een forse economische schade zou betekenen). Voor verantwoorde conclusies ten aanzien van de kwantitatieve schade van alléén PepMV is een meer uitgebreide proefopzet nodig.

In de enquêtes wordt een economische schade van 10-15% gemeld na een gecombineerde infectie. Deze resultaten zijn in lijn met die van het experiment. Wanneer een bedrijf besmet is met PepMV moet het gewas daarom in de eerste plaats vrij van *Verticillium* worden gehouden.

PepMV in combinatie met *Verticillium* kan tot aanzienlijke economische schade leiden op tomatenbedrijven. Infectie met PepMV kan tegengegaan worden door het naleven van het hygiëneprotocol. Verder kunnen aangepaste teeltmaatregelen wellicht leiden tot een beperking van de schade door PepMV. Hiervoor is meer kennis nodig over de directe oorzaken van de productiederving. Er valt te denken aan vermindering van de plantbelasting of sturing op een sterker wortelstelsel.

In een meer uitgebreid vervolgonderzoek verdient het aanbeveling om de maat voor economische schade verder uit te werken. In dit onderzoek wordt slechts met fysieke parameters gerekend. Daarbij is het nodig een methode te ontwikkelen om een prijs aan de productie toe te kennen. De productprijs kan namelijk per ras verschillen en kan bovendien fluctueren binnen het seizoen en tussen de seizoenen.

Literatuur

Jagers op Akkerhuis, F. en C.C.M.M. Stijger, 2001. Pepino mosaic virus: A New Disease in Greenhouse Tomatoes. *Practical Hydroponics & Greenhouse* May/June: 34-37.

Jones, R.A.C., R. Koenig en D.-E. Lesemann, 1980. Pepino mosaic virus, a new potexvirus from pepino (*Solanum muricatum*). *Annals of Applied Biology* 94:61-68.

Mudde, J. en C.C.M.M. Stijger, 2000. Hygiëneprotocol tomaat: toepassing is noodzaak. *Groenten en Fruit/Glasgroenten* 27 oktober: 12-13.

Stijger, C.C.M.M., R.A.A. van der Vlugt en J.Th.J. Verhoeven, 2000. Nieuw licht op pepinomozaïekvirus. *Groenten en Fruit/Glasgroenten* 21 april: 6-7.

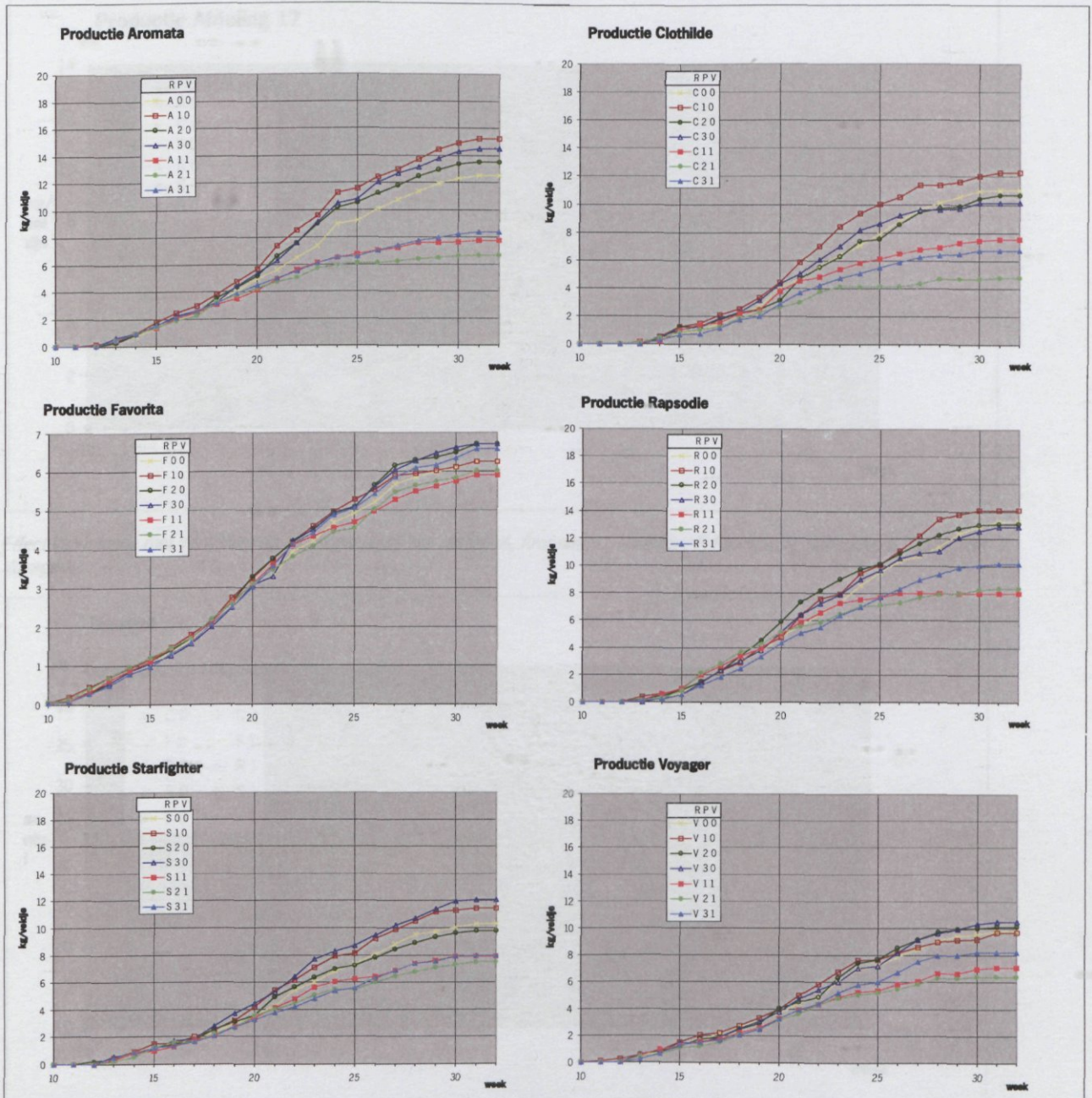
Stijger, C.C.M.M. en J. Mudde, 2000. Meer inzicht in oorzaken en verspreiding van pepinomozaïekvirus. *Groenten en Fruit/Glasgroenten* 3 november: 12-14.

Stijger, C.C.M.M. en S.J. Paternotte, 2001. Combinatie maakt aantasting agressiever. *Groenten en Fruit*, 29:30–31.

Van der Vlugt, J.A.A., C.C.M.M. Stijger, J.Th.J. Verhoeven en D.-E. Leseman, 2000. First report of pepino mosaic virus on tomato. *Plant Disease*, 84:103.

Bijlage 1

Productie per ras (afdeling 15)

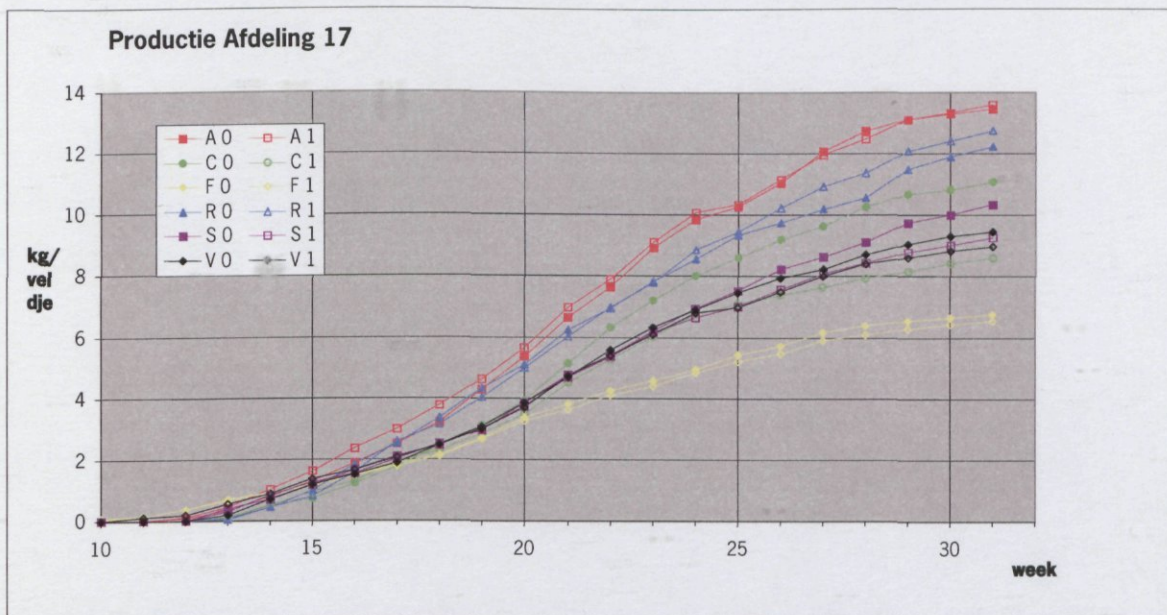


Effect van de verschillende data van infectie met PepMV (P) met en zonder Verticillium (V) op de productie van de zes rassen (R).

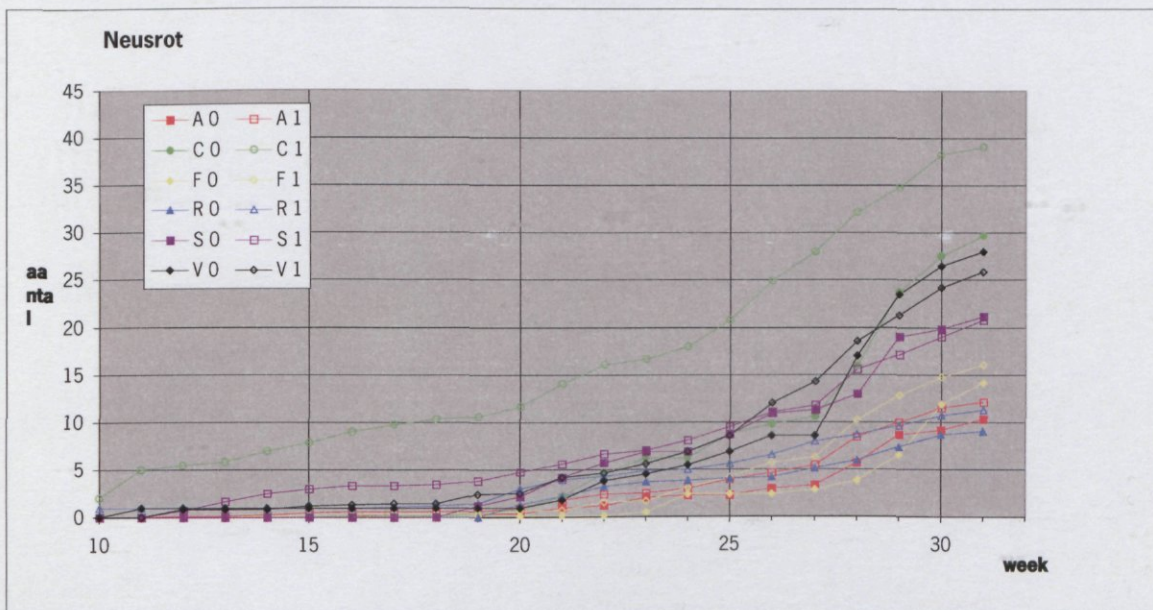
N.B.: de schaal van de y-as van de curve voor Favorita wijkt af van die voor de overige rassen.

Bijlage 2

Productie en neusrot (afdeling 17)



Effect van infectie met Verticillium op de productie bij zes rassen (A, Aromata; C, Clothilde; F, Favorita; R, Rapsodie; S, Starfighter; V, Voyager).



Effect van infectie met Verticillium (0/1) op het aantal vruchten met neusrot bij zes rassen (A, Aromata; C, Clothilde; F, Favorita; R, Rapsodie; S, Starfighter; V, Voyager).