



Ontwikkeling van effectieve en duurzame technieken ten behoeve van plaagvrije tuinbouwproducten in internationale handelsketens

Project Phytotec | WUR | september 2020

Import- en exportbedrijven hebben grote behoefte aan duurzame technieken waarmee tuinbouwproducten na de oogst snel en effectief plaagvrij gemaakt kunnen worden. In het publiek-private onderzoeksproject Phytotec zijn zulke methoden ontwikkeld.



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Inleiding

Nederland is een belangrijke producent van verse plantaardige producten. Daarnaast is het een belangrijke logistieke draaischijf in de internationale handel van verse producten. Een groot deel van de export gaat naar landen binnen de Europese Unie, maar circa 16%, en na het uitreden van het VK 25%, van de plantaardige exportwaarde gaat naar derde landen ^[1]. Het is voor de primaire sector en de handel van groot belang dat de toegang tot buitenlandse markten soepel verloopt. Omdat individuele landen verschillende importeisen stellen, is het voor exporterende bedrijven een uitdaging om aan al deze verschillende eisen te voldoen. Door de toenemende complexiteit van fyto-sanitaire eisen, maar ook van andere importeisen, wordt deze uitdaging steeds groter.

Fyto-sanitaire maatregelen voor duurzame ketens

Internationale handel van verse producten gaat per definitie samen met een zeker risico op de insleep van ongewenste schadelijke organismen. Het internationale fyto-sanitaire beleid is er op gericht om dit risico te beperken. Invoerlanden stellen eisen aan de afwezigheid van quarantaine-organismen in het te importeren product, en exporterende landen nemen maatregelen om te voorkomen dat zij schadelijke organismen verspreiden, zodanig dat de kans op ongewenste insleep wordt teruggebracht tot een *managed risk*. Daarbij is afgesproken dat landen alleen de minst beperkende fyto-sanitaire maatregelen instellen die beschikbaar zijn en die leiden tot een minimale belemmering van het internationale verkeer van goederen ISPM 1^[2].

De Nederlandse overheid en het bedrijfsleven hebben de ambitie om een toonaangevende rol in de wereld te hebben op het gebied van duurzame productie van plantaardige producten. Gestreefd wordt naar een brede toepassing van geïntegreerde gewasbescherming. Een klassiek uitgangspunt bij de geïntegreerde gewasbescherming is dat plagen op een laag, economisch onschadelijk niveau gereguleerd worden, in tegenstelling tot het streven naar lokale uitroeiing van een plaag. Daarbij wordt de inzet van breedwerkende chemische gewasbeschermingsmiddelen tot een minimum beperkt. Daarnaast leiden de maatschappelijke zorg over de belasting van mens, dier en milieu door het gebruik van deze middelen, en de aangescherpte beoordelingscriteria voor toelating van gewasbeschermingsmiddelen, tot een steeds smaller middelenpakket. De afwezigheid van ongewenste

organismen in een product is daarmee steeds lastiger te garanderen. Het streven naar duurzaamheid stelt ook eisen aan de na-oogstmaatregelen: naast hun effectiviteit zijn de afwezigheid van residu en emissie van belang, en is er een voorkeur voor niet-chemische maatregelen.

Enkelvoudig fyto-sanitaire naooogst-behandelingen

Fyto-sanitaire behandelingen worden gebruikt om een plaag te doden, te verwijderen, of onschadelijk te maken, om zo de introductie en de verspreiding ervan te voorkomen. Historisch gezien is een probit-9 werkzaamheidsniveau vereist voor fyto-sanitaire behandelingen die als een op zichzelf staande maatregel worden gebruikt. De algemene gedachte achter de benadering van probit-9 is eenvoudig: als je een zeer hoog percentage (99,9968%) van de plaagpopulatie doodt, verklein je de kans op aanwezigheid van levende organismen tot dicht bij nul. In aantallen uitgedrukt: voor een populatie tot 31250 individuen is er bij een probit-9 behandeling gemiddeld minder dan een overlever. De benadering van probit-9 is bekritiseerd, met name omdat die geen rekening houdt met andere variabelen die bijdragen aan plaagriscico. Het principe gaat uit van een worst case scenario en resulteert erin dat fyto-sanitaire behandelingen een extreem groot effect moeten hebben, waarbij het niveau van het nagestreefde effect enigszins arbitrair is. ISPM 28^[3] beschrijft de vereisten voor fyto-sanitaire behandelingen.

Phytotec: ontwikkeling nieuwe naooogst-behandelingen

In Phytotec is onderzocht hoe verse producten na de oogst vrij kunnen worden gemaakt van insecten en mijten. Dit werd specifiek gedaan voor de volgende product-plaagcombinaties: trips bij chrysant en bij paprika, tulpengalmijten bij tulpen, tomatenmineermot bij tomaten, fruitmot in appel en peer en wittevlieg bij diverse siergewassen. De nadruk lag op innovatieve, niet-chemische ontsmettingsmethoden waarbij het streven was om technieken te ontwikkelen die als enkelvoudige quarantainemaatregel zouden kunnen worden erkend en gebruikt. Er werd breed gezocht naar nieuwe technieken, in eerste instantie middels een literatuurstudie ^[4]. Hieronder volgt een opsomming van potentiële naooogst-behandelingen waar experimenten mee uitgevoerd zijn binnen Phytotec en daarnaast

een lijst van behandelingen die als minder kansrijk of minder gewenst gezien werden door onderzoekers en/of projectpartners. Gedurende de looptijd van het project werden via internationale contacten de laatste ontwikkelingen op het gebied van onderzoek en fytosanitaire behandelingen bijgehouden.

Fytosanitaire Technieken onderzocht in Phytotec

- **CATT** (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) combineert hoge temperaturen met Controlled Atmosphere (CA, gewoonlijk verhoogde CO₂ en verlaagde O₂ gehalten t.o.v. normale lucht), om plantaardige verse producten vrij te maken van niet gewenste organismen zoals insecten, mijten of nematoden. Een CATT behandeling combineert de stress door warmte met stress op ademhaling/fysiologische stress. De behandelcondities worden geoptimaliseerd om het ongewenste organisme te doden zonder schade te doen aan het te behandelen product. CATT wordt in de praktijk bijvoorbeeld toegepast tegen aardbijenmijt en nematoden.
- **HS-CATT** (High Speed CATT) is een in de VS ontwikkelde CATT-techniek, waarbij de luchtsnelheid langs het product sterk wordt verhoogd zodat een snelle homogene opwarming kan worden bereikt. Met HS-CATT kan de behandelduur beperkt worden, waarmee schade aan producten mogelijk beperkt kan worden en stress voor het plaagorganisme vergroot. HS-CATT vraagt technische geavanceerdere installaties dan standaard CATT.
- **CATT+** is een variant op CATT waarbij een extra stressfactor aan het systeem wordt toegevoegd. In Phytotec is getest of combinatie van CATT met etherische olie de effectiviteit vergroot.
- **Etherische olie** is een uit plantmateriaal gewonnen mengsel van vluchtige, aromatische moleculen. Etherische oliën kunnen een toxische werking hebben tegen plaaginsecten, maar kunnen ook schadelijk zijn voor productkwaliteit, met name bij hogere doseringen. Elke etherische olie is een enigszins variabel mengsel van stoffen en daarom is het lastig vast te stellen aan welke stof (of combinatie van stoffen) de eventuele werking kan worden toegeschreven.
- **Vapormate** is een vloeistofmengsel van ethylformiaat in CO₂ in een drukcilinder. De werkzame stof, ethylformiaat is bij normale druk een gasvormige brandbare stof en wordt ook als smaakstof in diverse voedseltoepassingen gebruikt. De werkzame stof komt van nature ook voor in de grond, water, vegetatie en in diverse verse en verwerkte voedingsmiddelen. Het middel wordt snel afgebroken tot mierenzuur en alcohol en deze residuen worden als veilig beschouwd bij voedsel. Door ethylformiaat met CO₂ als drijfgas te gebruiken verminderen de veiligheidsrisico's op brand of explosie. Dit mengsel wordt door Linde Gas vermarkt als Vapormate; er is toelating voor gebruik in Australië en verschillende landen in Zuidoost-Azië. Het wordt gebruikt voor begassing van granen en oliehoudende zaden, maar ook verse producten, waaronder sla, paprika, citrus en druiven.
- **Plasma** is een vorm van geïoniseerd gas dat men door toevoeging van energie aan dat gas kan verkrijgen. Bij de **koud-plasma**-methode worden inerte gassen met een elektriciteitsbron geladen. Koud plasma reageert met oppervlakken waarmee het in aanraking komt. De actieve lading van het gas kan een sterke antimicrobiële werking hebben en heeft ook een dodende werking op insecten. De eigenschappen van koud plasma zijn afhankelijk van o.a. de gebruikte gassamenstelling. Zo bevat koud plasma bij aanwezigheid van zuurstof de nodige ozon, wat nadelig kan zijn voor levend plantaardig materiaal.
- Doorstraling met **gammastraling** is een bestaande, bekende techniek om micro-organismen of insecten af te doden in onder meer verse producten. De toelating als quarantaine-techniek voor verse producten is niet erg kansrijk in Nederland en Europa omdat het gebruik van "straling" bij het grote publiek gevoelig ligt. Bedrijven zijn daardoor huiverig om deze techniek te introduceren. Ook de strikte regelgeving binnen de EU vormt op dit moment een belangrijke belemmering voor toepassing. De Europese Commissie heeft al lange tijd de intentie om de lijst met toegestane toepassingen ("EU positive list") uit te breiden, maar de discussie hierover lijkt al decennia in een impasse te verkeren. Vanuit wetenschappelijk perspectief is het echter een effectieve en veilige fytosanitaire techniek, ook internationaal erkend als effectief^[6].

Tabel 1| Fytosanitaire behandeltechnieken waaraan niet gewerkt is vanwege onvoldoende perspectief voor toepassing of ontwikkeling.

behandeling	type	merknamen	gebruik NL	gebruik elders	nadeel
Methyl bromide			verboden	Quarantaine, groenten, fruit, plantmateriaal	afbraak ozonlaag
Sulphuryl fluoride	chemisch	Vikane, Profume, Xunmiejin	toelating voor houtaantasters in gebouwen/structuren	Noten kastanjes	lange behandelduur 72h, weinig effectief tegen eistadia
Fosfine		Aluminium Phosphide, Magnesium Phosphide, ECO2Fume, VAPORPH3OS, Quickphos PT, Frisin	gebouwen/structuren, stored products (graan, cacao etc)	katoen, zaden, hooi, tabak bloemen, fruit, lage temperatuurbehandelingen geven mogelijk extra resistentieproblemen	resistentie, lange behandelduur (dagen), aantasting metalen, mindere werking bij lage temperatuur
Waterstofcyanide (HCN)			rodenticide, insecticide stored products (grain)	soms toegepast op vers fruit -continued use greatly restricted-	zeer toxisch voor mensen
Carbonyl sulfide			geen toelating	gebouwen/structuren, stored products (graan, cacao etc) gebruik bij resistentie fosfine Tropisch fruit en bloemen veelal problematisch. Mogelijk toch potentie voor avocado, papaya, niet uitontwikkeld	
Propyleen oxide			geen toelating	stored products (graan, cacao etc) en noten sterilant droge voedingsmiddelen	
Methyl jodide			geen toelating	USA grondontsmetting. Potentie voor plantaardige producten, maar geen praktijktoepassing (?)	
Zwavel dioxide (SO ₂)			geen toelating	fungicide druiven, lichees etc. mogelijk goede effecten op trips en spint	suspect allergeen
ozon	fysisch		(nog) geen toelating vereist bij in situ generatie, niet toegepast als Q		(fyto)toxisch, corrosief
heet water behandeling			bollen koken, behandeling biologische appels tegen schimmels	+ zeep+ wax, fruit USA (tegen mijten),bv. 20 min 49°C tropisch fruit (fruit flies)	bollen: op grens fytoxiciteit/afdoende werking fruit: soms kwaliteitsverlagend (o.m. smaak)
geforceerde heteluchtbehandeling			wordt niet toegepast als Q	citrus (fruit flies), 44-47°C, hours	
stoom, vapour heat			wordt niet toegepast als Q	tropisch fruit (fruit flies)	duurder en complexer dan heet water behandeling
koudebehandeling			wordt niet toegepast als Q	o.m. USDA cold treatment (boorvliegen), slakken	1-3 wk, soms koudschade
(hoge druk) CO ₂			(nog) geen toelating vereist	droge voedingsmiddelen, granen	niet voor "vers"

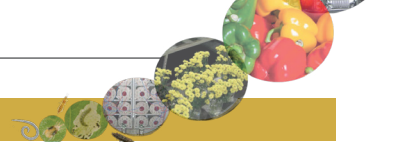
Bronnen [4] [8,9]

Systeembenadering

De systeembenadering (systems approach) maakt gebruik van het cumulatieve effect van verschillende risicobeheersmaatregelen, waarvan er ten minste twee onafhankelijk functioneren, om te komen tot een passend ("appropriate") niveau van fytosanitaire bescherming. De maatregelen kunnen worden genomen op verschillende plekken in de keten. Daarbij kunnen twee fasen worden onderscheiden: 1) productie en oogst en 2) na oogst en transport, gevolgd door een intensieve inspectie voorafgaand aan de export. In een aantal gevallen kan een derde fase aan de systeembenadering worden toegevoegd, namelijk 3) binnenkomst en distributie in het importerende land. Bij een systeembenadering moet de bijdrage van de verschillende maatregelen aannemelijk gemaakt

worden. Na acceptatie door het importerende land geldt in de praktijk meestal dat bij importinspectie geen levende (quarantaine-) plaagorganismen mogen worden aangetroffen.

In Phytotec zijn ook technieken verkend die niet als enkelvoudige fytosanitaire behandeling kunnen volstaan, maar wel als onderdeel van een systeembenadering de fytosanitaire risico's kunnen helpen reduceren. Het uitsorteren van geïnfecteerde producten uit de handelsstroom is zo'n techniek. In Phytotec is de potentie van Röntgen-detectie (X-ray) van fruitmot in appels en peren en hyperspectraal-imaging (fotografie met behulp van specifieke golflengtes licht) om eieren van de tomatenmineermot op tomaten zichtbaar te maken onderzocht.



Resultaten Phytotec

Tabel 2| Effect van de beste (HS-)CATT-recepten op plagen en producten.

	CATT	CATT	HS-CATT	HS-CATT	
	Plaaag	Kwaliteit product	Plaaag	Kwaliteit product	
Trips, Chrysant	98,8%	Goed	>98%	Goed	HS-CATT mogelijk nog iets te verbeteren. Toepassing CATT onder semi-praktijkcondities.
Trips, paprika	98,8%	Goed	>99,9%	Goed*	HS-CATT mogelijk nog te verbeteren. Toepassing onder proefcondities.
Tulpengalmijt, tulp	>99,9%	Goed	Gering	Schade	Toepassing onder praktijkcondities.
<i>Tuta absoluta</i> , tomaat	100%	Schade		Schade	Geen effectief recept zonder schade aan product
Fruitmot, appel peer	Grote rupsen overleven	Schade	100%	Schade	Amerikaans recept HS-CATT effectief maar niet veilig voor NL fruit
Wittevlieg, siergewassen	100%	Schade	Niet getest	Niet getest	Geen effectief recept zonder schade

Tabel 3| Samenvatting van resultaat overige verkende ontsmettings- en detectietechnieken.

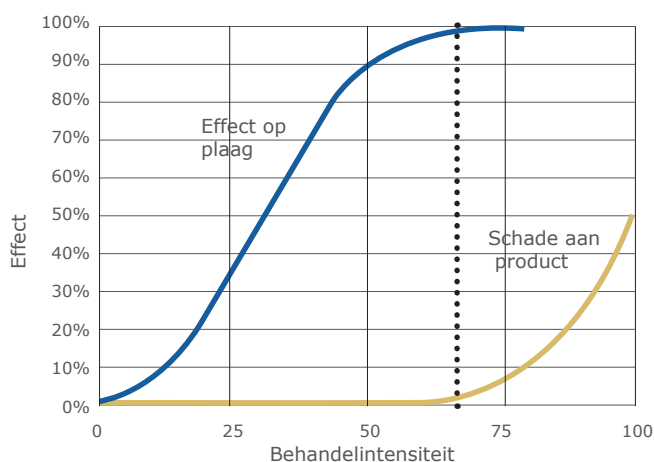
Techniek	Onderzoek in Phytotec	Opmerking
Koud plasma	Enig effect op wittevlieg, tomatenmineermot, trips, maar te veel schade aan product	Vooral oppervlaktewerking, technisch niet voldoende ontwikkeld voor fyto-sanitaire toepassing.
Etherisch oliën	Enig tot aanzienlijk effect van uien- of sinaasappeloliën op wittevlieg, tomatenmineermot, trips, maar te veel schade aan product	Lang toelatingstraject, praktische dosering niet eenvoudig, bv door natuurlijke variabiliteit complex mengsel van stoffen
Doorstraling	Bepaalde test met verschillende producten en plaagorganismen bij Steris	In Nederland is geen geschikte faciliteit voor fyto-sanitaire doorstraling; dat vereist relatief lage doses.
CATT+	Combinatie van CATT met etherische oliën gaf geen substantiële verbetering van de effectiviteit, soms extra fyto-toxiciteit en geurafwijkingen	Ook toevoeging van een lage dosering etherische oliën vereist een compleet toelatingstraject.
Vapormate	Verkennde experimenten laten met name kansen zien voor de bestrijding van tomatenmineermot op tomaten	Geen residuproblematiek, wel lang en duur toelatingstraject vereist.
Detectietechnieken	<ul style="list-style-type: none"> Röntgen (X-ray): uitsorteren van door fruitmot aangetaste vruchten (appel, peer). Hyperspectraal imaging: potentie detectie eitjes tomatenmineermot op tomaten 	Per definitie zijn deze technieken niet geschikt als enkelvoudige Q-maatregel. Ze passen mogelijk wel in systeemaanpak, effecten zijn goed kwantificeerbaar.



Enkele methoden ontwikkeld voor fyto-sanitair onderzoek

- *Is wittevlug levend of dood?* Het bepalen of larven van wittevlug levend of dood zijn -noodzakelijk om de effectiviteit van een behandeling te kunnen evalueren- is bijzonder lastig. In Phytotec is een methode ontwikkeld om op basis van detectie van door levende insecten uitgescheiden honingdauw de mortaliteit te kunnen bepalen. Deze techniek is ook bruikbaar voor bijvoorbeeld onderzoek naar de bestrijding van wittevlug in de kas.
- *Modelkweeksystemen.* Voor trips, tomatenmineermot, wittevlug en tulpengalmijt zijn kweeksystemen ontwikkeld om besmet plantmateriaal te verkrijgen met beperkte spreiding qua aantasting, essentieel om behandelingen betrouwbaar te kunnen evalueren.
- *Statistische modellering van de resultaten van CATT onderzoek.* De verschillende behandelactoren (tijd, temperatuur, zuurstof- en CO₂-gehalte) geven niet altijd een eenduidige lineaire respons. Dat betekent dat "meer" van een factor niet altijd een groter effect heeft, wat het niet direct helder maakt wat de beste richting is om CATT receptuur te optimaliseren. Door statistische modellering werd onverwacht duidelijk dat zowel het effect op trips als ook de kwaliteit van chrysanten beter is bij hogere zuurstofgehalten, resulterend in een effectieve CATT-behandelreceptuur.

in een partij of behandelunit. Maar anders dan bij de plaag, moet in dit geval de behandelintensiteit worden afgestemd op het meest gevoelige product. Bij een deugdelijke behandeling is de intensiteit zodanig dat de plaag wordt gedood, zonder dat schade aan het product optreedt. Dit kan het makkelijkst worden bereikt als de bovengenoemde spreiding in condities zo klein mogelijk is en de behandeling uniform uitgevoerd kan worden.



Figuur 1 | Bij een deugdelijke behandeling is de intensiteit zodanig dat ook de meest resistente insecten gedood worden, maar de meest gevoelige producten geen schade oplopen (hier de blauwe stippellijn). Bij onvoldoende beperking van spreiding in behandelintensiteit dreigt het gevaar van onvoldoende doding van de plaag of productschade.

Praktische toepassing van CATT-behandelingen

Minimaliseren van spreiding voor effectieve en veilige behandeling

Niet alle individuen van een plaagsoort sterven bij dezelfde behandelintensiteit. Verschillen tussen individuen in een populatie kunnen genetisch bepaald zijn, of veroorzaakt worden door de leeftijd of het ontwikkelingsstadium. Ook varieert de blootstelling doordat sommige individuen dieper in (het plantenweefsel van) het product verscholen zitten. In de praktijk betekent dit dat bij een quarantainebehandeling de behandelingsintensiteit wordt afgestemd op de meest resistente individuen.

Ook voor het te behandelen product geldt dat er variatie is tussen planten, cultivars en partijen, soms mede bepaald door de voorgeschiedenis, zoals de temperatuur tijdens de teeltfase. Verder varieert de blootstelling van een product aan de behandelcondities met de positie

Voor praktische toepassing is uniformering van de behandelcondities het belangrijkste instrument om risico's op kwaliteitsverlies of onvoldoende effect op de plaag te beperken. Hoe kan nu in de praktijk deze variatie, of spreiding, worden geminimaliseerd?

- Uitstekende kwaliteit van de behandelinstallatie; bij kritieke situaties wordt de behandeling uitgevoerd door een professionele behandelaar.
- Behandeling afstemmen op de cultivar of soort, en eventueel de voorgeschiedenis van het product. Het is van belang praktijkervaring opdoen met verschillende cultivars; mogelijk moet behandeling van bepaalde gevoelige cultivars worden vermeden. Voorbeeld: het recept voor tulpengalmijt bleek in 2019 volledig veilig voor 16 van 17 geteste cultivars.

- Een goede doordringing van gas en warmte vergroot de uniformiteit van de behandeling. Wanneer bijvoorbeeld chrysanten buiten de dozen worden behandeld, of in aangepaste verpakking, wordt een uniformere en snellere opwarming (en na afloop afkoeling) bereikt. Het is duidelijk dat hier een belangrijke trade-off zit tussen effectiviteit en inpasbaarheid van de techniek. In de praktijk zal men bij voorkeur partijen behandelen op het laatst mogelijke moment in de keten om maximale flexibiliteit qua bestemming te kunnen houden. Dit is vanuit oogpunt van behandeling niet altijd de gunstigste plaats in de keten. Bijvoorbeeld bij warmtebehandelingen (maar ook bij het vroeger veel gebruikte methylbromide) is het niet handig als het product in deze fase al gekoeld is en in dozen zit. Dit maakt de spreiding in behandelcondities binnen een behandelruimte groter en daarmee ook het risico op onvoldoende effectiviteit en schade aan het product. Toepassing van CATT op dicht verpakt of samengedrukt product bemoeilijkt homogene en gecontroleerde opwarming en afkoeling. Ook daardoor zal bij het implementeren van CATT steeds goed overwogen moeten worden waar in de keten de techniek het best toegepast kan worden. Enerzijds om de behandeling goed uit te kunnen voeren, anderzijds om zo min mogelijk extra arbeid of logistieke bewegingen toe te voegen aan de keten.

Logistiek en inpassing in de keten

Idealiter is een behandeling toe te passen op elk moment in de keten, op een willekeurige partij in handelsverpakking, maar de eisen voor een behandeling vereisen soms planning, ompakken of anderszins. Bij eerder onderzoek naar de aardbeimijtbehandeling bleek het voor plantkwaliteit en effectiviteit niet van belang is wanneer in de keten de behandeling plaatsvond. Amerikaanse ervaringen bij ontwikkeling van high-speed CATT met fruit zijn dat product direct na de oogst het minst gevoelig is voor schade.

Chrysanten, paprika's – trips

Bij CATT-behandeling van chrysanten zullen geen dichte volgepakte dozen behandeld kunnen worden, maar moeten de dozen (net als in het verleden bij methylbromidebehandeling) geopend zijn. Als CATT-behandelingen echter grootschalig gebruikt gaan worden, is er perspectief om HS-CATT verder te ontwikkelen, waarbij lucht door de dozen geperst wordt (zoals bij voorcooling) en de behandeling minder verstoring van het logistieke proces zal geven.

Bij vers geogste producten die meteen het handelskanaal ingaan, zoals chrysanten en paprika's, lijkt het vooralsnog onnodig complicerend en energieverkwistend om producten na de oogst te verpakken en terug te koelen om later de verpakkingen weer te openen, warmtebehandeling te geven en dan weer terug te koelen. Consequentie is dat de flexibiliteit om last-minute in de keten te beslissen of een partij al dan niet behandeld moet worden er momenteel gewoonweg niet is.

Tulpenbollen – tulpengalmijt in de praktijk

Producten zoals tulpenbollen worden bij voorkeur na de oogst behandeld, aan het begin van bewaring (teler). Ook later behandelen is mogelijk, na bewaring net voor export (handelaars/exporteurs). Door het tijdig monitoren van het plantgoed van partijen op aanwezigheid van de mijt aan het eind van de bewaring kunnen de te behandelen partijen al geormerkt worden en kunnen deze geselecteerde partijen direct na het rooien (volgende jaar, teler) worden behandeld.

Praktische toepassing van systeembenadering: het combineren van maatregelen

Appel en peer - fruitmot

Voor fruitmot in appel en peer bieden enkelvoudige quarantainetechnieken geen oplossing: met geen van de onderzochte technieken kon de plaag worden gedood zonder schade aan de vruchten te veroorzaken. Met geavanceerde sorteertechnieken kunnen de vruchten met grote rupsen worden uitgesorteerd. Door de sortering te combineren met een periode van gekoelde bewaring, waarvoor juist de kleinere rupsen gevoelig zijn, kan toch een hoog niveau van fytosanitaire zekerheid worden verkregen. Deze benadering is mogelijk op meer producten toe te passen. De mogelijkheid om een product gedurende langere tijd te bewaren, geeft uiteraard meer kansen om een behandeling te combineren met een koudebehandeling, al dan niet tijdens het transport. Bij de export van Zuid-Afrikaanse citrus naar Europa wordt een systeembenadering toegepast, waarbij de intensiteit van het koudebehandeling tegen Afrikaanse fruitmot afhankelijk is van het risicoprofiel van de betreffende partij^[10]. Recent onderzoek aan citrus liet zien dat een 24-uurs CO₂-begassing voorafgaand aan de koudebehandeling, de benodigde duur van de behandeling flink kan verkorten^[11].

Internationale ketens van verse producten bestaan uit een reeks van schakels, die elk een effect kunnen hebben op het optreden



plagen in het product. Vanuit fyto-sanitair oogpunt is het dus relevant om de gehele keten te beschouwen, en de bijdrage van de schakels in de keten aan de plaagreductie te kwantificeren.

Overige toepassingen in de praktijk

Vapormate

Voorafgaand aan mogelijke toepassing in de praktijk is het nodig om toelating aan te vragen voor het gebruik van de werkzame stof (ethylformiaat) en registratie van Vapormate als behandelmethode. Dat is een kostbaar en meerjarig traject.

Etherische oliën

Naast dat de resultaten met etherische oliën niet voldoende blijken te zijn, zijn er meer nadelen die toepassing in de praktijk bemoeilijken. Hoewel het veelal vrij verkrijgbare natuurlijke stoffen betreft zijn voor fyto-sanitaire toepassing dure en langdurige erkennings- en registratieprocedures nodig. Onder meer vanwege de complexe en variabele samenstelling -en het ontbreken van eenvoudige meetmethoden- is het reproduceerbaar doseren niet eenvoudig. Daarnaast bleek in de experimenten dat er in elk geval risico is op langdurig geurrestiduu, in veel gevallen zeer onplezierig.

Chemische oplossingsrichtingen

Toepassing van synthetische chemische middelen zoals fosfine, sulphorylfluoride, etc. (zie tabel 1) past niet in de beleidsvisie van de overheid, daar deze het gebruik van chemische middelen juist wil beperken. Productie en handel vinden uit oogpunt van imago, residu- en resistentieproblematiek chemische oplossingsrichtingen een laatste keus. Veel van de middelen die in andere landen toegepast worden, hebben ook geen Nederlandse of Europese registratie/toelating, waardoor toepassing op korte termijn geen optie is.

Conclusies

- De meest effectieve naooogst behandelingen ontwikkeld in Phytotec zijn:
 - CATT behandeling tegen tulpengalmijt in tulpenbollen, afdoding >99.9%
 - HS-CATT behandeling tegen trips in paprika, afdoding > 99.9%
 - CATT behandeling tegen trips op chrysanth, afdoding 98.8%
 Bij tulp is dit resultaat behaald bij praktijk-toepassing, bij trips op paprika en chrysanth onder laboratorium- of semi-praktijkcondities. De werkzaamheid van CATT op trips zal zich dus nog moeten bewijzen onder praktijkcondities.
- Hoewel de behandelingen bij tulpengalmijt en trips op paprika zeer effectief zijn, kan de techniek op basis van dit resultaat niet zonder meer geaccepteerd worden als internationaal (door IPPC) geaccepteerde fyto-sanitaire maatregel. Daarvoor zijn ook nog grootschalige confirmatietests vereist. In potentie kunnen deze behandelingen ingezet worden om de kans op intercepties zeer sterk te reduceren en als zodanig kunnen ze een bijdrage leveren aan een fyto-sanitair sluitende systeembenadering.
- Voor tomatenmineermot in tomaten en wittevlieg in sierteeltplanten is geen effectieve behandeling gevonden zonder sterk negatief effect op de productkwaliteit. Verkennende proeven met Vapormate zijn een mogelijke oplossingsrichting, waarbij de registratie momenteel een bottleneck is.
- Voor fruitmot in appel en peer is sortering met CT-Röntgen zeer effectief tegen grotere rupsen. Gekoelde bewaring is effectief tegen kleine rupsen. Sorteren plus koelen vormt in potentie een effectieve systeemaanpak van twee componenten.
- Het bedrijfsleven wil graag een methode die ad hoc inzetbaar is, milieuvriendelijk, volledig effectief tegen plagen en volledig veilig voor het behandelde product. Dit onderzoek heeft laten zien dat een dergelijke silver bullet voor de meest product-plaag combinaties niet voorhanden is, en ook in de nabije toekomst niet is te verwachten. Maatregelen vragen om planning, inpassing op het correcte moment in de keten, en aanpassing van de logistiek.
- Onderzoek aan na-oogstbestrijdingstechnieken vraagt lange voorbereidingstijd en gedetailleerde kennis van plagen en technieken. In Phytotec zijn nieuwe onderzoeksmethodieken ontwikkeld die vervolgonderzoek vergemakkelijken.

Aanbevelingen

Bedrijfsleven

- CATT/HS-CATT bij mijten, trips: ervaring opdoen met toepassing in praktijksituaties, inpassing in logistiek van de keten, zodat de methode inzetbaar is als de markt daarom vraagt (bij bijvoorbeeld fyto-sanitaire calamiteiten).
- CATT galmijt bij tulp heeft potentie als IPPC-erkende quarantainemethoden. Daarvoor zijn succesvolle grootschalige confirmatie-tests nodig, en publicatie daarvan.
- Doorstraling: discussie voeren met maatschappelijke partners over inzet als fyto-sanitaire maatregel.
- Ontwikkelen van formele vormen van systeembenadering als sluitende fyto-sanitaire maatregel. Identificeren van een beperkt aantal maatregelen die in combinatie aantoonbaar effectief zijn. Een systeem dat modulair is opgebouwd, met bekende bijdragen van de verschillende onderdelen aan de plaagbestrijding, kan het proces van onderhandeling en markttoegang vereenvoudigen. Een aanvullende effectieve behandeling aan het eind van de keten in zo'n systeembenadering zou ook moeten betekenen dat andere maatregelen kunnen worden weggelaten. Het is ongewenst om alle mogelijke maatregelen te moeten stapelen, omdat dit tot onnodige kostprijsverhoging leidt. Daarom is het van groot belang de bijdragen van verschillende onderdelen van plaagbestrijding goed te kwantificeren.
- Bij voorkeur werken aan systemen waarbij teelten of partijen in een vroeg stadium voor bepaalde markten worden voorbestemd.

Overheid

- In Nederland is de laatste jaren veel onderzoekservaring opgedaan met niet-chemische / duurzame fyto-sanitaire na-oogstbehandelingen zoals CATT behandeling. Ook in de VS is daar in het verleden veel werk aan gedaan. Binnen Europa wordt nog weinig aan dit soort technieken gewerkt, en stimulatie van dit type onderzoek en samenwerking op Europees niveau op dit gebied is wenselijk. Samenwerking en kennisuitwisseling, bijvoorbeeld in een gezamenlijke fyto-sanitaire (onderzoeks-/toepassings-)database, zouden ontwikkelingen op dit gebied kunnen versnellen.
- Het creëren van internationaal draagvlak voor nieuwe manieren van fyto-sanitaire risicobeheersing, die beter aansluiten bij de IPM inspanningen bij teelt en oogst, zoals een systeemaanpak met gestapelde maatregelen. Om dat draagvlak te genereren, is actieve en structurele deelname van Nederlandse vertegenwoordigers aan internationale fyto-sanitaire raadgevende en besluitvormende organen, zoals IPPC, van belang. Bijvoorbeeld in de IPPC-werkgroep PMRG^[12] wordt aandacht besteed aan de mogelijkheden van systeembenadering als fyto-sanitair sluitende methode.
- Ondersteunen van maatschappelijke en internationale discussie over doorstraling van verse producten.





KWALITEITS-CONTROLE-BUREAU



Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties op het gebied van duurzame productie van gezond en veilig voedsel en de ontwikkeling van een gezonde, groene leefomgeving.

Auteurs

H. Helsen

E. Hogeveen

K. van Rozen

J. Verschoor

M. Vijn

Wageningen University & Research | 2020

Referenties

1. LNV, Afwegingskader Fytosanitaire Markttoegang.
2. IPPC, ISPM 1 Phytosanitary principles for the protection of plants and the application of phytosanitary measures in international trade. 2016, Food and Agricultural Organization Rome, Italy.
3. IPPC, ISPM 28: phytosanitary treatments for regulated pests. 2007, Food and Agricultural Organization Rome, Italy.
4. Qiu, Y., et al., Fytosanitaire na-oogst behandel- en detectietechnieken voor plaagorganismen in tuinbouw. 2018, Wageningen University & Research.
5. Helsen, H., et al., Doorstralen van verse tuinbouwproducten. 2019.
6. IPPC, ISPM 18 Guidelines for the use of irradiation as a phytosanitary measure. 2003, Food and Agricultural Organization Rome, Italy.
7. Neven, L.G., Postharvest management of insects in horticultural products by conventional and organic means, primarily for quarantine purposes. Stewart Postharvest Review, 2010. 6(1): p. 1-11.
8. Agriculture, U.S.D.o., Treatment manual. 2018, USDA Beltsville, MD.
9. CTGB, <https://toelatingen.ctgb.nl/nl/authorisations>
10. Hattingh, V., et al., An Improved Systems Approach as a Phytosanitary Measure for *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) in Export Citrus Fruit From South Africa. *Journal of Economic Entomology*, 2020. 113(2): p. 700-711.
11. Grout, T.G. and K.C. Stoltz, Carbon Dioxide Fumigation to Shorten Cold Disinfestation Treatments for *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) in Citrus Fruit. *Journal of Economic Entomology*, 2020. 113(1): p. 144-151.
12. PMRG. <https://www.ippc.int/en/external-cooperation/organizations-page-in-ippc/phytosanitarymeasuresresearchgroup/>.