



Integrale ketenaanpak voor de beheersing van vruchtboomkanker

Auteurs | M. Wenneker, P-F de Jong & D.O.C. Hartveld



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

WPR-OT-1004

Integrale ketenaanpak voor de beheersing van vruchtboomkanker

M. Wenneker¹, P-F de Jong¹ & D.O.C. Hartveld¹

¹ Wageningen University & Research

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, maart 2023

Rapport WPR-OT-1004

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/590710>

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door figuurkopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT-1004

Project gefinancierd door: Topsector Tuinbouw & Uitgangsmateriaal, Nederlandse Fruittelers Organisatie (NFO), Naktuinbouw, Vermeerderingstuinen Nederland BV., Fruitmasters veiling BV., Stichting Projectbureau Boomkwekerij (SPB) en BODATA.



Inhoud

1	Inleiding	5
2	Risico inventarisatie	8
	2.1 Waardplanten als bron voor infectie	8
	2.2 Schakels in de keten	12
	2.2.1 vruchtboomkanker in partijen 2-jarige bomen	12
	2.2.2 Onderstammen	14
	2.2.3 Enthout	14
	2.2.4 Bewaring	15
3	Dompelproef	18
4	Moleculaire toets-ontwikkeling en infectie-proces van snoeiwonden	20
	4.1 Ontwikkeling moleculaire toets	20
	4.2 Aantonen van symptoomloze infecties van de schimmel	20
	4.3 Effect van aantallen sporen op infectie en symptoomontwikkeling	21
5	Duurzame beheersing	24
	5.1 Effect stikstofbemesting	24
	5.1.1 Laboratoriumexperimenten effecten stikstof	24
	5.1.2 Effect stikstofbemesting bij appelbomen en op vruchtboomkanker-aantasting	25
	5.2 Alternatieve bestrijdingsmethoden	28
	5.2.1 Plantenextracten en antagonisten	28
	5.3 Overkappen	33
	5.4 Verbeteren van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen	35
	5.4.1 Waarschuwingsmodel sporendynamiek	35
6	Samenvatting en aanbevelingen voor de praktijk	39
7	Literatuur	41
8	Project-output	42
	Bijlage 1 Presentatie kennis-dag 2021	44

1 Inleiding

Vruchtboomkanker wordt veroorzaakt door de schimmel *Neonectria ditissima* (syn. *Nectria galligena*). De schimmel kan o.a. takken, scheuten en vruchten aantasten. Na infectie via wonden, zoals snoeiwonden en kleine wondjes na bladval in de herfst, dringt de schimmel het plantenweefsel binnen. Deze aantasting kan uiteindelijk takken en zelfs de hoofdstam ringen en doden (figuur 1). Vruchtboomkanker is een gevreesde ziekte, vooral bij vatbare appelrassen zoals Kanzi, en kan daar tot grote schade leiden.



Figuur 1 kankeraantasting in Elstar.

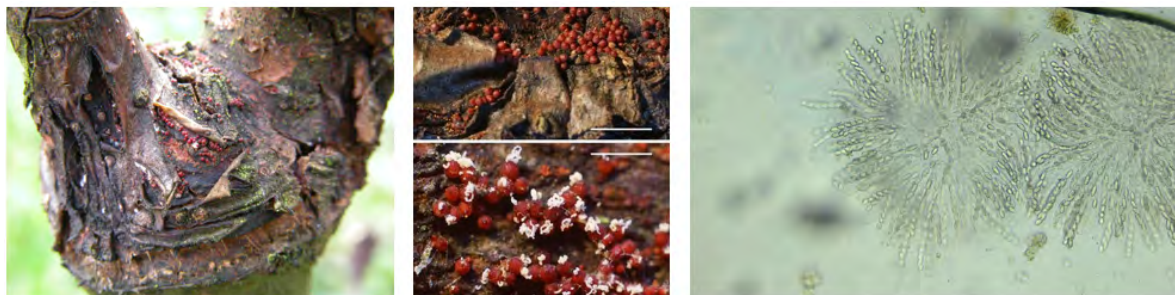
In het verleden werd vooral onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van chemische gewasbescherming (fungiciden) om vruchtboomkanker te bestrijden. De meest effectieve middelen, zoals Topsin-M, werden in de verschillende fasen van de productieketen (van kwekerij tot boomgaard) ingezet. Omdat vruchtboomkanker al lang een gevreesde ziekte is, dateert veel onderzoek over infectieroutes en chemische bestrijding in de appelboomgaard van enkele decennia geleden (o.a. Cook, 1999; Crowdy, 1952; Dubin & English, 1974; Scheer, 1980). Indertijd werd al geconstateerd dat, ondanks het veelvuldig gebruik van fungiciden door telers, er regelmatig epidemieën van vruchtboomkanker uitbraken. Dit werd onder andere toegeschreven aan het planten van besmette bomen vanuit de kwekerij (McCracken et al., 2003). Meer recent is deze hypothese vaker geopperd, mede door zware aantastingen in jonge aanplanten van nieuwe gevoelige appelrassen (Weber, 2014).

Er zijn geen appelrassen bekend met volledige resistentie tegen vruchtboomkanker. Wel is uit de jarenlange praktijkervaring en onderzoek bekend dat rassen verschillen in mate van vatbaarheid. Rassen als 'Golden Delicious' en 'Santana' hebben een bepaalde mate van vatbaarheid waar de praktijk goed mee uit de voeten kan. Rassen zoals 'Nicoter (KANZI®)', 'Civni (Rubens®)', 'Gala', en 'Cox' zijn zeer vatbaar en geven ernstige problemen met vruchtboomkanker. Rassen verschillen in kans op ontstaan van infecties, en in groeisnelheid van de necrose. Maar het is onduidelijk welke resistentiecomponent (infectiekans of necrosegroei) het belangrijkste is. Van nieuwe rassen weet men vaak niet wat het resistentieniveau is. Dat blijkt pas later in de praktijk. Ook is nauwelijks iets bekend over de genetica van resistentie, en over chromosoomgebieden (QTLs) die coderen voor partiële resistentie. Onderzoek naar resistentie wordt uitgevoerd (Garkava-Gustavsson et al., 2015; Ghasemkhani et al., 2015; Van de Weg pers. comm.). Het onderzoek naar minder gevoelige rassen loopt, maar zal op de korte en middellange termijn geen oplossing geven omdat het decennia duurt voordat deze rassen op de markt komen.

Voor het bepalen van infectiemomenten zijn verschillende waarschuwingsmodellen ontwikkeld. Hiervoor werden effecten van inoculum dichtheid, omstandigheden voor infectie (temperatuur, vochtigheid), wondleeftijd en wondtype onderzocht (Latorre et al., 2002; Xu et al., 1998; Jong et al., 2008). Op welke momenten asco- of conidiosporen (figuren 2, 3) aanwezig zijn gedurende het jaar was nog beperkt bekend.



Figuur 2 kankers met sporodochia en conidia.



Figuur 3 kankers met perithecia en ascosporen.

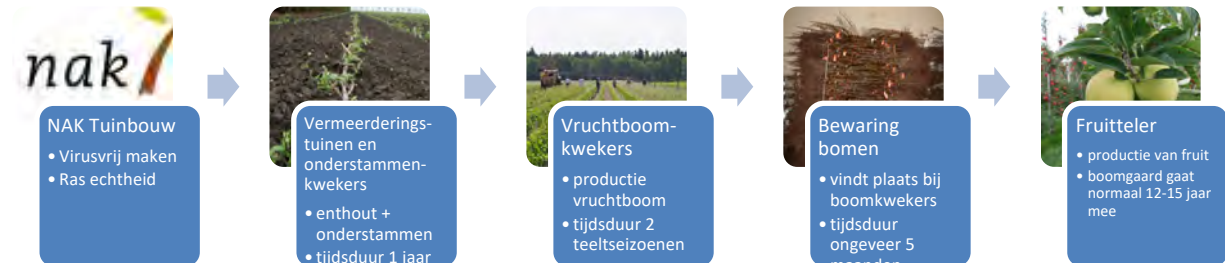
Meer recent is aandacht geweest voor bronnen/waardplanten van waaruit infecties op kunnen treden (Talgø et al., 2011; Walter, 2015). Uit deze onderzoeken blijkt dat er een groot aantal soorten potentiële waardplanten zijn. Welke rol deze waardplanten spelen in het ontstaan van infecties in de boomgaard in Nederland is onbekend.

Het is ook belangrijk om de rol van abiotische stress bij het veranderen van weerbaarheid te onderzoeken. Op dit moment is het onduidelijk of het weerstandsniveau van sommige bomen meer dan anderen kunnen veranderen wanneer bijvoorbeeld problemen met drainage in de boomgaard voordoen of andere veranderingen in de gezondheid van de boom.

Recent zijn drie genoom-sequenties van *N. ditissima* gepubliceerd (Deng et al., 2015; Gomez-Cortecero et al., 2015), dit en verdergaande moleculaire karakterisatie van *N. ditissima* kan bijdragen aan populatie herkomst en identificatie (Plante et al., 2002). Een qPCR toets is ontwikkeld door Ghasemkhani (2016) en is toegepast in dit project.

Onderzoeksproject

Fruittelers kunnen de ziekte beter beheersen als het aantastingspercentage van vruchtboomkanker zo laag mogelijk blijft. Het is daarom van belang om zo schoon mogelijk plantmateriaal te produceren. Voordat een vruchtboom geplant wordt bij een fruitteler, worden een aantal schakels van de productieketen doorlopen. Tijdens de verschillende schakels van het productieproces kunnen infecties met de schimmel plaatsvinden. Vruchtboomkanker is daarmee een probleem van de keten van vermeerdering t/m fruitteler en vraagt derhalve om een ketenbrede aanpak. De keten is hieronder schematisch weergegeven.



Doel van het onderzoek is om handvatten voor beheersing te ontwikkelen voor één van de belangrijkste ziekteproblemen voor vruchtboomkwekerijen en appelteilers namelijk: vruchtboomkanker (*Neonectria ditissima*),

Het onderzoek was verdeeld in 3 werkpakketten.

- Werkpakket 1: Risico inventarisatie vruchtboomkanker in de productieketen van vruchtbomen. In dit werkpakket wordt vastgesteld in welke mate de verschillende fasen in de keten bijdragen aan het ontstaan van vruchtboomkanker. De rol van andere waardplanten wordt hierin meegenomen. Ook wordt vastgesteld op welke wijze infecties in de verschillende fasen in de keten tot stand komen. Dit werkpakket levert het inzicht in het gedrag van de schimmel in de keten van uitgangsmateriaal tot teelt en in welke delen van de keten het meest van belang zijn voor de opbouw van vruchtboomkanker in de keten.
- Werkpakket 2: Duurzame beheersing vruchtboomkanker. In dit werkpakket wordt gewerkt aan een duurzame beheersing. Hiervoor worden drie sporen onderzocht:
 1. Verhogen van de weerbaarheid van het gewas;
 2. Alternatieve bestrijdingsmethoden en gewasbeschermingsmiddelen;
 3. Verbeteren van de toepassing van bestaande en alternatieve gewasbeschermingsmiddelen.
- Werkpakket 3: Teeltprotocol en kwaliteitslabel. In werkpakket 3 wordt op basis van de kennis die ontwikkeld is in de vorige twee werkpakketten een teeltprotocol opgesteld om de opbouw van de ziekte binnen elke schakel tot een minimum te brengen.

2 Risico inventarisatie

2.1 Waardplanten als bron voor infectie

Doel: Bepalen of boomsoorten in de omgeving van de boomgaard (bv windhaag of houtwal) gevoelig zijn voor *Neonectria*, als waardplant kunnen fungeren en een bron van infectie kunnen zijn (ascosporen).

In dit onderdeel zijn 3 experimenten uitgevoerd om het volgende te bepalen:

1. Gevoeligheid van 24 boomsoorten voor ontwikkeling van symptomen na infectie met *N. ditissima*.
2. Bepalen of de aangetaste boomsoorten ook sporenproductie op de kankers hebben; zowel voor conidia als voor ascosporen.
3. Bepalen of de sporen uit de boomsoorten ook weer pathogeen zijn op appelbomen.

Experiment 1

In 2018 is een infectieproef uitgevoerd met 18 verschillende boomsoorten die in houtsingels rond boomgaarden kunnen voorkomen (tabel 1). In 2019 en 2020 werd de proef met 23 verschillende boomsoorten uitgevoerd (tabel 2). Er werd zoveel mogelijk bomen gebruikt van vergelijkbare groeistadia en boomvorm. Soms waren echter alleen spullen verkrijgbaar en soms alleen oudere bomen. Er werden 10 bomen per boomsoort gebruikt. Bomen zijn steeds 4-keer verwond (april/mei) aan de harttak en geïnoculeerd met sporen van verschillende mixen van de vbk-schimmel of met water (controle). De bomen zijn in juni (na 1 maand) en in augustus (na 3 maanden) beoordeeld op symptoomontwikkeling. De bomen werden geward in rijen gezet op het terrein van WUR-Open Teelten in Randwijk (figuur 4). Na één en na drie maanden zijn bij elke boomsoort het aantal en de grootte van de kankers bepaald. Van elke wond werd gemonitord of er symptoom werd waargenomen en indien aanwezig werd de kankerlengte gemeten.



Figuur 4 *inoculeren van boompjes met sporen van vruchtboomkanker en de proefopstelling op het containerveld van WUR-Open Teelten in Randwijk.*

Resultaat

Bij 11 van de 17 boomsoorten kwamen kankers tot ontwikkeling (tabel 1). Vooral de gewone lijsterbes en ratelpopulier toonden sterke symptoomontwikkeling, al zagen de symptomen er tussen de boomsoorten verschillend uit, maar de geringde structuur en afsnoering van de stammen was goed zichtbaar (figuur 5).

Tabel 1 Boomsoorten die met *N. ditissima* werden besmet. Bij een aantal soorten werden kankers gevormd (+), bij andere soorten werden geen kankers waargenomen (-).

Tabel 1: Boomsoorten		Resultaat
Appel	<i>Malus domestica</i>	+
Peer	<i>Pyrus cummunis</i>	+
Ratelpopulier	<i>Populus tremula</i>	+
Gewone lijsterbes	<i>Sorbus aucuparia</i>	+
Amerikaanse eik	<i>Quercus rubra</i>	+
Zomereik	<i>Quercus robur</i>	+
Haagbeuk	<i>Carpinus betulus</i>	+
Bergiep	<i>Ulmus glabra</i>	+
Iep	<i>Ulmus 'Columella'</i>	+
Ruwe berk	<i>Betula pendula</i>	+
Zachte berk	<i>Betula pubescens</i>	+
Hartbladige els	<i>Alnus cordata</i>	+
Witte/grauwe els	<i>Alnus incana</i>	-
Paardenkastanje	<i>Aesculus hippocastanum</i>	-
Spaanse aak/veldesdoorn	<i>Acer campestre</i>	-
Hollandse linde	<i>Tilia x europaea</i>	-
Winterlinde	<i>Tilia cordata</i>	-
Es	<i>Fraxinus excelsior</i>	-



Figuur 5 aantastingen na inoculeren met de sporen van vruchtboomkanker op appel, lijsterbes en populier.

In 2018 werd onderzocht of er ook sporen worden gevormd op de boomsoorten met symptomen. Daarmee zou de schimmel zich kunnen verspreiden naar de boomgaard. In 2019 werd deze proef herhaald. In dat jaar werd ook een aantal nieuwe boomsoorten, die in houtsingels en hagen rondom fruitpercelen kunnen voorkomen, in de proef opgenomen (tabel 2).

Experiment 2

Om te bepalen of ook sporen op de kankers van de boomsoorten werden geproduceerd werden de bomen in een warmtecel gezet van 18°C en bij een hoge RV >90%. Wonden werden gespoeld met 1 ml water en met een kwastje werden sporen van kankers overgebracht in een buisje. Als back-up werden 2 van de 4 kankers van de plant weggelegd in plastic zakjes met vochtige watten gedurende 3 dagen. Deze werden daarna gespoeld en het opgevangen water gecontroleerd op aanwezigheid van sporen. Dit werd uitgevoerd met alle positieve bomen in 2018 en 2019. Resultaten zijn weergegeven in tabel 2. Deze resultaten laten zien dat er bij vorming van kankers dus ook sporenproductie plaatsvindt (conidia). De bomen werden na de warmtecel weer buiten geplaatst en gemonitord op de aanmaak van perithecia voor ascosporen-productie. Alleen bij appel en lijsterbes werden perithecia en ascosporen waargenomen.

Tabel 2 Overzicht van de gevoeligheid van 24 boomsoorten voor vruchtboomkanker en productie van sporen (conidia).

Nr	Naam	Symptomen	Sporen
1	Appel (positieve controle)	ja	hoog
2	Peer	ja	hoog
3	Spaanse aak/veldesdoorn	enkeling	hoog
4	Noorse esdoorn	enkeling	hoog
5	Zwarte els	ja	hoog
6	Witte/grauwe els	ja	hoog
7	Ruwe berk	ja	geen
8	Zachte berk	nee	-
9	Haagbeuk	ja	laag
10	Gewone hazelaar	ja	hoog
11	Eenstijlige meidoorn	enkeling	laag
12	Gewone beuk	ja	hoog
13	Gewone es	nee	-
14	Canadese populier	nee	-
15	Ratelpopulier	ja	hoog
16	Zomereik	ja	laag
17	Schietwilg	enkeling	hoog
18	Gewone lijsterbes	ja	hoog
19	Winterlinde	enkeling	hoog
20	Bergiep	enkeling	hoog
21	Reuzenlebensboom	nee	-
22	Paardenkastanje	nee	-
23	Nordmann-spar	nee	-
24	Leylandcipres	nee	-

*: symptomen = vorming van kankers.

*: hoog = veel conidia geproduceerd.

Experiment 3

Om te bepalen of sporen uit kankers van andere boomsoorten ook appelbomen kunnen infecteren zijn 2 experimenten uitgevoerd:

- Infectieproef met vbk-referentie isolaten uit de CBS-collectie.
- Infectieproef met inoculum uit boomsoorten van experiment 2.

Infectieproef met referentie isolaten van CBS

Er werd een infectieproef uitgevoerd met referentie-isolaten geïsoleerd uit verschillende boomsoorten (tabel 3). Er werden 6 'Kanzi'-bomen 4-keer verwond aan de harttak en geïnoculeerd per vbk-isolaat. De bomen werden in juni geïnoculeerd en werden vervolgens gedurende 3 maanden gevolgd op symptoom-ontwikkeling (kankers). Na 3 maanden waren kankers zichtbaar bij veel wonden geïnoculeerd met de vruchtboomkanker-isolaten WURR 18 en 21. Dit zijn isolaten uit appelbomen uit de boomgaard in Randwijk. Een enkele wond met symptoom was gevonden op bomen geïnoculeerd met CBS 100316, het referentie-isolaat voor *N. ditissima* uit appel. Dit gaf aan dat dit isolaat nu in Nederland niet heel sterk pathogeen (meer) is. Een enkel symptoom werd ook waargenomen op appel geïnoculeerd met *N. ditissima* uit wilg, *Cylindrocarpon cylindroides* uit spar en *N. ditissima* uit berk (tabel 3).

Tabel 3 informatie over isolaten in experiment

Code	Naam	Boomsoort		Locatie	positief*
CBS 118925	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Acer</i>	Esdoorn	VS	0
CBS 100316	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Malus</i>	Appel	Ierland	4
CBS 835.97	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Salix</i>	Wilg	België	1
CBS 226.31	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Fagus</i>	Beuk	Duitsland	0
CBS 240.29	<i>Neonectria major</i>	<i>Alnus</i>	Els	Noorwegen	0
CBS 324.61	<i>Cylindrocarpon cylindroides</i>	<i>Abies</i>	Spar	Nederland	1
CBS 119158	<i>Neonectria coccinea</i>	<i>Fagus</i>	Beuk	Europa	0
CBS 151.29	<i>Neonectria ramulariae</i>	<i>Malus</i>	Appel	Engeland	0
CBS 379.5	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Quercus</i>	Eik	VS	0
CBS 217.67	<i>Neonectria faginata</i>	<i>Fagus</i>	Beuk	Noord Amerika	0
CBS 100320	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Populus</i>	Populier	Canada	0
CBS 227.31	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Betula</i>	Berk	Noorwegen	1
WURR21	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Malus</i>	Appel	Nederland	20
WURR18	<i>Neonectria ditissima</i>	<i>Malus</i>	Appel	Nederland	16

* positief: Aantal wonden met symptoom. Totaal was 6 bomen met 4 wonden = 24 wonden (Kanzi)

Infectieproef met inoculum uit experiment 1

Inoculum (conidia) geproduceerd door appel (*Malus domestica*, = controle), Zwarte els (*Alnus glutinosa*), hazelaar (*Corylus avellana*), Beuk (*Fagus sylvatica*) en Lijsterbes (*Sorbus aucuparia*) in 2019 werd gebruikt. Inoculum van deze soorten werd op 3 Gala en 3 Elstar boompjes geïnoculeerd via 3 wonden. Er werden 100 sporen per wond gebruikt. De boompjes werden in mei 2020 geïnoculeerd, en vervolgens gedurende 3 maanden op mogelijke symptoom-ontwikkeling gevolgd.

Resultaat: In alle boompjes ontwikkelden zich symptomen. De vruchtboomkanker-sporen vanuit deze boomsoorten waren ook ziekteverwekkend (pathogeen) op appelbomen.

2.2 Schakels in de keten

Doel: Bepalen welke schakel en/of omstandigheden de grootste effecten hebben op de ontwikkeling van vruchtboomkanker.

Er waren 4 schakels in de keten benoemd om te onderzoeken of deze mogelijk een grote rol spelen in de epidemiologie van vruchtboomkanker in de keten:

1. 2-jarige bomen kwekerij,
2. onderstammen,
3. enthout,
4. bewaring (6 maanden).

2.2.1 vruchtboomkanker in partijen 2-jarige bomen

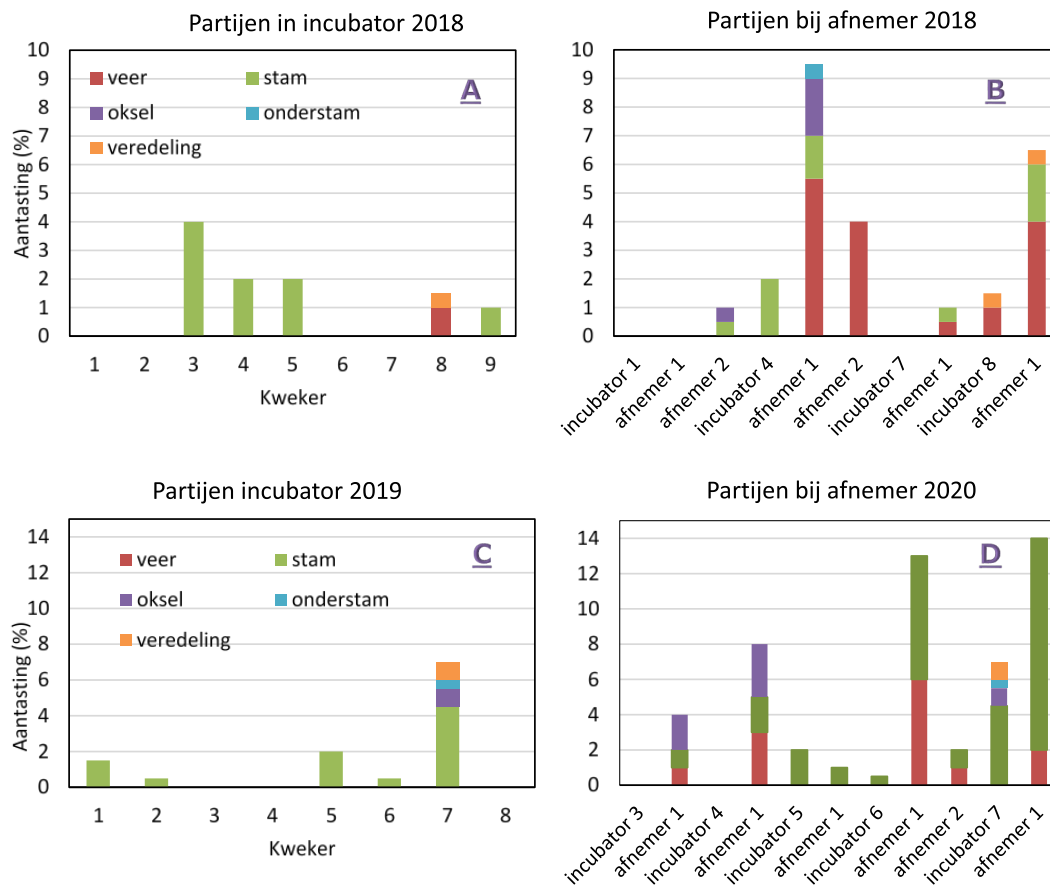
Voor de risico-inventarisatie bij 2-jarige bomen werden in 2018 bij 9 vruchtboomkwekers 2-jarige Elstar bomen verzameld, en in 2019 bij 8 kwekers. Van elke herkomst werden 200 bomen verkregen. De bomen zijn 3 maanden weggezet in een warmtecel (18C, RV>80%) voor het tot uiting laten komen van vruchtboomkanker (methode Wenneker et al., 2017). Dezelfde partijen bomen werden in juli-sep bij fruittelers (afnemers) in de boomgaard bekeken. De incidentie van vruchtboomkanker werd bepaald en het resultaat werd vergeleken met de partij die in de warmtecel had gestaan. Verzamelen van informatie over de handelingen met de gebruikte partijen vond plaats d.m.v. een vragenlijst die naar deelnemende kwekers en telers werd gestuurd. Op deze manier kan mogelijk informatie worden verkregen over de omgevingsfactoren en handelingen die de grootste invloed hebben op het ontwikkelen van vruchtboomkanker in een partij.

Resultaten:

In 2018 en 2019 werden respectievelijk 1800 en 1600 appelbomen geleverd. In beide jaren kwam bij circa 1% van de bomen vruchtboomkanker tot uiting in de warmtecel. De maximale aantasting die een partij bomen (200 stuks) werd aangetroffen, was 4% in 2018 en 7% in 2019. Hieronder is het percentage aantasting weergegeven in de partijen direct van de kweker na incubatie in de warmtecel en de uiting bij afnemers in het veld (figuur 6).

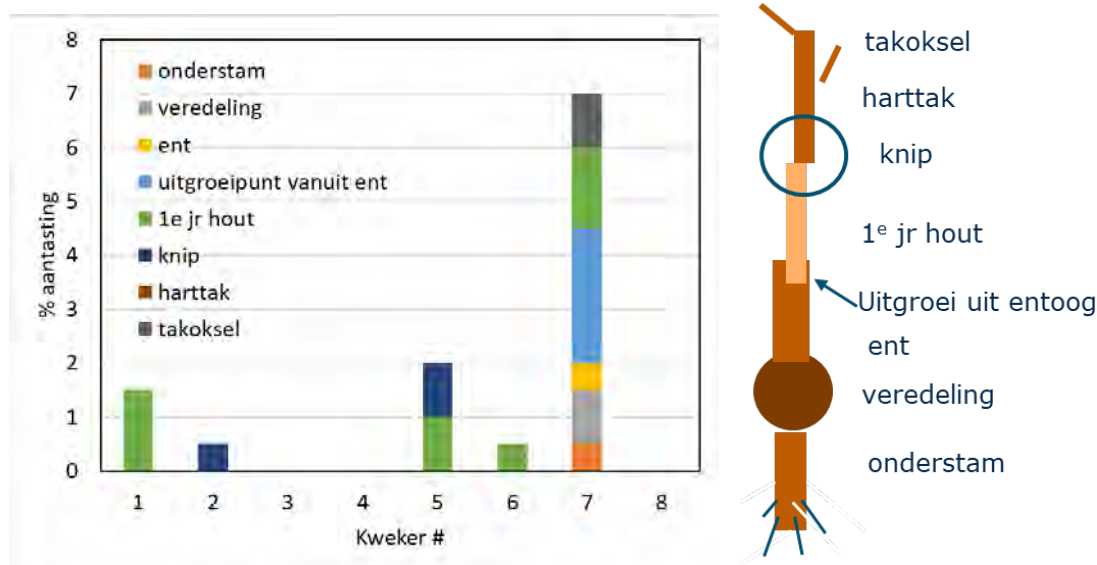
In 2018 werden er partijen appelbomen gevolgd van kweker 1, 4, 7 en 8. In partij 1 en 7 kwam geen vruchtboomkanker tot uiting in de warmtecel. Er waren 2 verschillende afnemers van partij 1, bij een was er geen aantasting, maar bij de ander wel (1%). Bij de afnemer van partij 7 werd ook 1% aantasting gevonden in het veld. In partij 4 en 8 kwam ~2% aantasting in de warmtecel tot uiting. Er waren 2 afnemers van partij 4, bij de eerste werd 10%, bij de 2e 4% aantasting geteld in het veld. Bij de afnemer van partij 8 werd 7% aantasting gevonden. Deze resultaten demonstreren over het algemeen een toename aan aantasting bij de afnemer tov de aantasting aanwezig in de partij in de bewaring. Er is daarbij een overeenkomst in lage/geen aantasting na bewaring, dan ook lage aantasting in het veld. Wanneer er al hogere aantasting is in de bewaarde partij dan werd ook hogere aantasting gevonden bij afnemers, met verschillen tussen afnemers.

In 2019 werden bomen van de herkomsten 3, 4, 5, 6 en 7 gevolgd bij de fruittelers, vergelijkbaar als in 2018. In bomen van herkomst 3 en 4 kwam geen aantasting tot uiting in de warmtecel, maar wel in de boomgaard – namelijk respectievelijk 4% en 8% van de bomen vertoonden vruchtboomkanker. Dat is hoger dan we terugvonden in 2018 als een partij uit de bewaring geen begin-aantasting had. Partij 5 had 2% in de warmtecel en 1% bij de fruitteler. Bij de partijen 6 en 7 werden grotere verschillen gezien: 1% in de warmtecel vs 13% in de boomgaard in partij 6, en van bij partij 7 werd 7% in de warmtecel en 14% in de boomgaard waargenomen. Deze verschillen kunnen met de druk in de boomgaard te maken hebben, maar ook mogelijk met de genomen steekproef.



Figuur 6 percentage vruchtboomkanker aantasting in partijen van 9 kwekers in 2018 (A), en van 9 kwekers in 2019 (C), en bij afnemers in het veld van dezelfde partijen in het eerste groeijaar (B en D). Hierbij komt incubator # in figuur B of D overeen met kweker # figuur A of C.

Er werd ook onderzocht of bepaalde delen van de boom vaker door vruchtboomkanker werden aangetast in de kwekerij. Dat kon niet worden aangetoond (figuur 7).



Figuur 7 Specifieke plekken van de gevonden aantasting in 2-jarige bomen partijen 2019.

2.2.2 Onderstammen

In dit onderzoek werden onderstammen verzameld bij verschillende onderstammen-kwekers. In het voorjaar van 2019 werden 5 partijen van elk 200 M9 onderstammen onderzocht. In het najaar van 2019 werden 8 partijen van elk 200 M9 onderstammen onderzocht. Er werd bij deze proef onderscheid gemaakt tussen partijen bomen op basis van leeftijd van het moerbed en grondsoort (tabel 4). Na 3 maanden in een warmtecel (in een gunstig klimaat voor ziekteontwikkeling) werden de partijen onderstammen beoordeeld op aantasting. Er werd een positieve controle toegevoegd door een boom kunstmatig te infecteren met de schimmel en onder dezelfde omstandigheden te houden.

Tabel 4 informatie over de M9 onderstam partijen (n=200)

Partij	Plantjaar	Grondsoort
Voorjaar 2019		
1	2015	zand
2	onbekend	klei
3	onbekend	klei
4	onbekend	zand
5	onbekend	zand
Najaar 2019		
1	2014	klei
2	onbekend	klei
3	1986	klei
4	2018	klei
5	2012	zand
6	2019	zand
7	2019	zand
8	1996	zand

Resultaten

Er zijn geen vruchtboomkanker-symptomen waargenomen, terwijl er in de positieve controle wel symptomen ontwikkelden. Deze proef geeft aan dat onderstammen waarschijnlijk geen belangrijke bron voor vruchtboomkanker zijn.

2.2.3 Enthout

Proef 2018

In 2018 werd een experiment uitgevoerd om de mogelijke aanwezigheid van vruchtboomkanker in enthout aan te tonen. Voor dit doel werden de volgende handveredelingen gemaakt (februari):

- Mitchgla: 60 handveredelingen Mitchgla veredeld op M9;
- Elstar1 – herkomst 1: 15 handveredelingen Elstar vd Grift veredeld op M9;
- Elstar2 – herkomst 2: 15 handveredelingen Elstar veredeld op M9;
- Elstar3 – herkomst 3: 15 handveredelingen Elstar veredeld op M9;
- Elstar4 – herkomst 4: 15 handveredelingen Elstar Boerekamp veredeld op M9;

Deze handveredelingen werden 3 maanden geïncubeerd in de warmtecel om eventueel aanwezige vruchtboomkanker tot uiting te laten komen.

Resultaten

In dit experiment werden geen resultaten behaald omdat enthout niet goed vergroeid was en bij geslaagde enten de bomen teveel waren uitgedroogd om betrouwbare waarnemingen te verrichten. De partijen zagen er slecht uit met verdorde uitgedroogde planten.

Enthout partijen en onderstammen werden beoordeeld op vruchtboomkanker aantasting door in de warmtecel te plaatsen gedurende 3 maanden (mrt-jun). Hierbij werden 60 handverdelingen per partij gebruikt uit percelen die verschillende invloeden hadden in hun omgeving waaronder een “standaard” zand grond, een bos omgeving en nabij een kippenbedrijf. De rassen Gala en Elstar werden gebruikt. Ook werden 60 handverdelingen gemaakt van M9 op M9 om te bepalen wat daar de gevoeligheid van was (onderstam). Er kwam in deze partijen geen duidelijk symptoom van vruchtboomkanker tot uiting.

2.2.4 Bewaring

Effect van temperatuur op sporulatie van *N. ditissima*

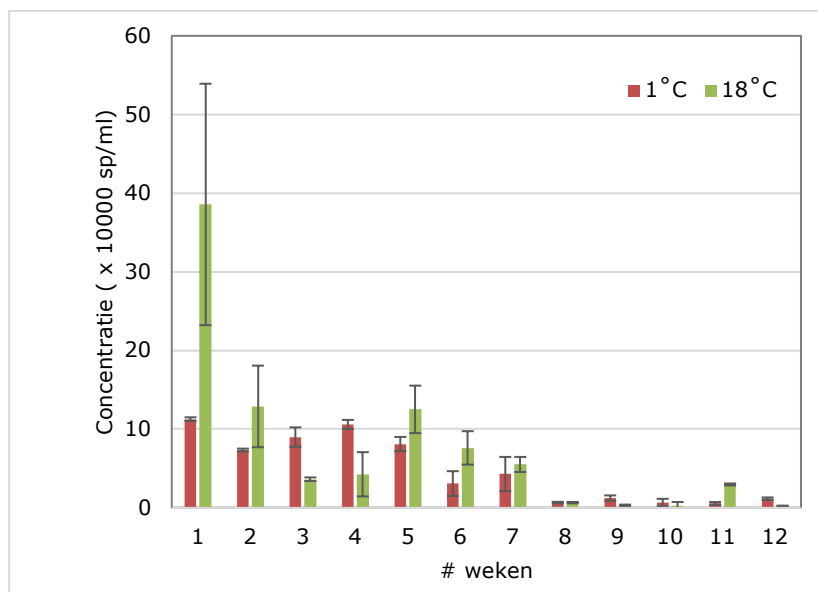
Plantmateriaal wordt standaard rond de 1°C bewaard. In dit onderzoek werd bepaald of takken met kankers nog sporen blijven vormen bij deze temperatuur. Bosjes met 5 takken met een kanker werden in vochtige zakjes gestopt en bij 1°C (4 zakjes met takken) of 18°C (2 zakjes met takken, ter controle) gehangen (figuur 8). Deze takken werden wekelijks afgespoeld en werden de aanwezige aantallen sporen werd bepaald. Dit werd gedurende 3 maanden gedaan. Dit experiment werd in 2018 juli-september uitgevoerd (experiment 1) met takken geknipt in najaar 2017. Het experiment werd in 2019 herhaald van maart-juni met dezelfde partij takken (experiment 2), deze waren in de koelcel bewaard (~4°C).



Resultaten

Experiment 1

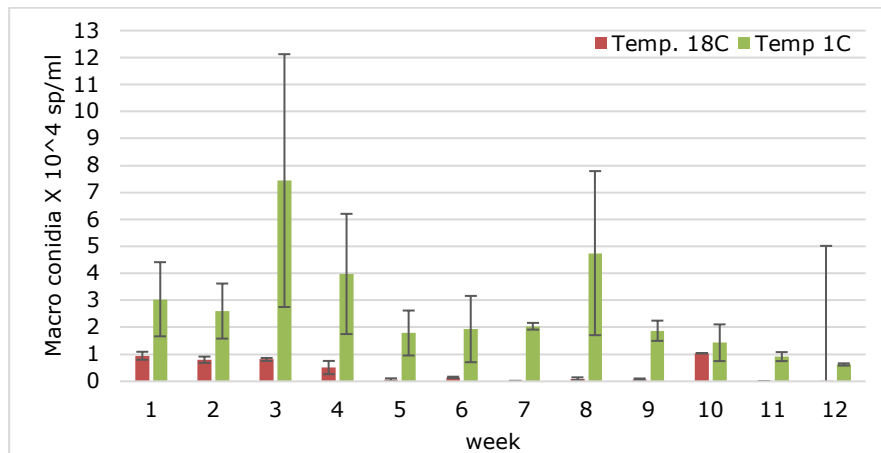
Conidia werden in de gehele periode van juli t/m september geproduceerd. Na week 7 was er echter een duidelijk verlaging van de sporen-aantallen (figuur 9). Mogelijk zijn *Fusarium*-sporen (micro-conidia) meegeteld in de weken ervoor, deze hebben een vergelijkbare vorm. De macro-conidia van *Neonectria* en *Fusarium* zijn morfologisch goed zijn te onderscheiden. De micro-conidia van beide soorten zijn morfologisch niet van elkaar te onderscheiden. Vanaf week 8 werden daarom alleen macro-conidia geteld.



Figuur 9 aantallen conidia geproduceerd op takken met kankers bij 2 temperaturen over 12 weken met wekelijks opnieuw ophangen van de afgespoelde tak (experiment 1).

Experiment 2

Macro-conidia werden van maart-juni geteld. De kankers bleven sporen produceren bij 1°C (figuur 10). In grafiek wordt de dynamiek door de tijd gepresenteerd. De productie aan sporen bij 18°C is lager dan bij 1°C. Dit kwam mede doordat vanwege de relatief hoge temperatuur op deze takken veel andere micro-organismen aanwezig zijn die het hout verteren en waarschijnlijk antagonistisch werken tegen *N. ditissima*.



Figuur 10 aantal macro-conidia geproduceerd op takken met kankers bij 2 temperaturen over 12 weken met wekelijks opnieuw ophangen van de afgespoelde tak (experiment 2).

Experiment 3

Het experiment werd vervolgens uitgebreid naar het bepalen van overleven van de schimmel bij de relatief lage temperaturen van -2°C en 0°C. Dit werd uitgevoerd omdat er vanuit de praktijk de vraag rees of de schimmel dood zou gaan bij bevriezen, of na een langere periode vriezen, en zo niet of het dan ook weer snel sporen produceert en zich dan mogelijk kan verspreiden. Er werden zakjes gemaakt met takken met kankers, deze werden bij -2, 0, 1 en 18°C gehouden. Na 3, 10, 36, 64 en 100 dagen werden deze uit deze temperaturen gehaald en 3 dagen bij kamer temperatuur geïncubeerd om goed te ontdooien en op gang te komen. Vervolgens werden ze gespoeld en de aantallen conidiën bepaald.

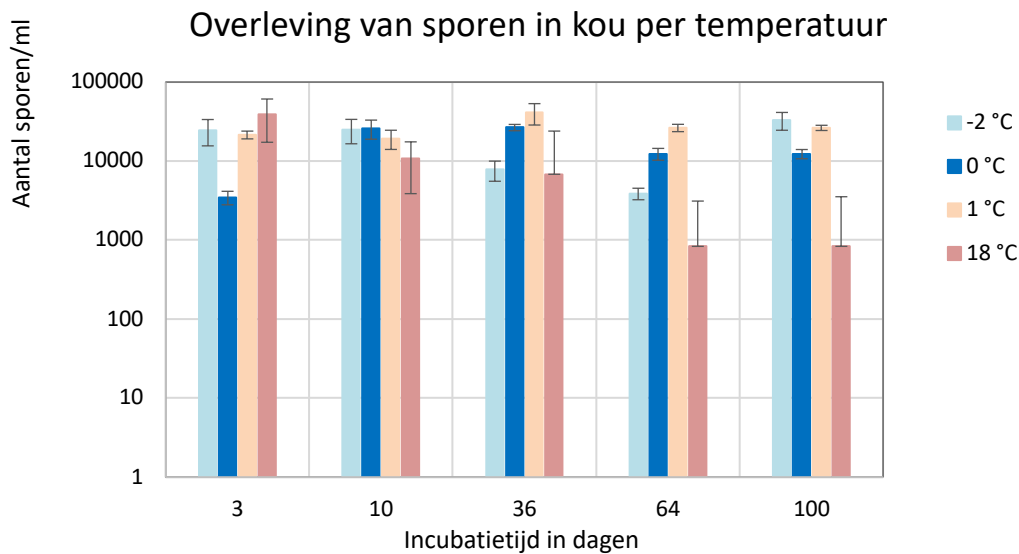
De vitaliteit van de schimmel op voedingsbodems werd ook bepaald bij -2°, 0°, 1° en 18°C na 1 dag, 1 week, 1,2 en 3 maanden door platen voor die periodes in de temperaturen te leggen. Bij het uithalen werden van dit mycelium nieuwe platen aangezet en de groei vergeleken.



Figuur 11 zakjes met kankers die bij verschillende temperaturen werden gehouden om de overleving te monitoren.

Resultaten

De resultaten laten zien dat de kankers in alle takkenbosjes bij de vier temperaturen en t/m 3 maanden sporen bleven produceren binnen 3 dagen, vrijwel zonder afname in aantallen sporen.



De resultaten van de groeiproef laten zien dat na incubatie bij alle 4 de temperaturen en perioden de schimmel in gelijke mate weer terug groeide.

Samenvattend - resultaten warmtecel behandelingen

In de risico-inventarisatie onderzochten we of onderstammen, enthout en tweejarige bomen een bron kunnen zijn voor vruchtboomkanker. We plaatsten deze onderstammen, enthout en tweejarige bomen gedurende drie maanden in een warmtecel met gunstige condities voor de ontwikkeling van vruchtboomkanker.

Onderstammen

De onderstammen waren geleverd door verschillende kwekers, waarbij we onderscheid maakten op basis van leeftijd van het moerbed en grondsoort. Bij de beoordeling na drie maanden, vonden we geen vruchtboomkanker op de onderstammen. Onderstammen lijken dus geen belangrijke bron te zijn voor vruchtboomkanker.

Enthout

Het enthout dat we gebruikten in deze proef, was opgekweekt in verschillende omgevingen, zoals nabij een bosrand of een intensieve veehouderij. Hieruit wilden we kunnen afleiden of de omgeving invloed zou kunnen hebben op de ontwikkeling van vruchtboomkanker. Deze proef is twee keer uitgevoerd. Ook hierbij vonden we na drie maanden geen vruchtboomkanker. We kunnen geen uitspraak doen over het enthout of bepaalde omgevingen op het ontstaan van vruchtboomkanker.

Tweejarige bomen

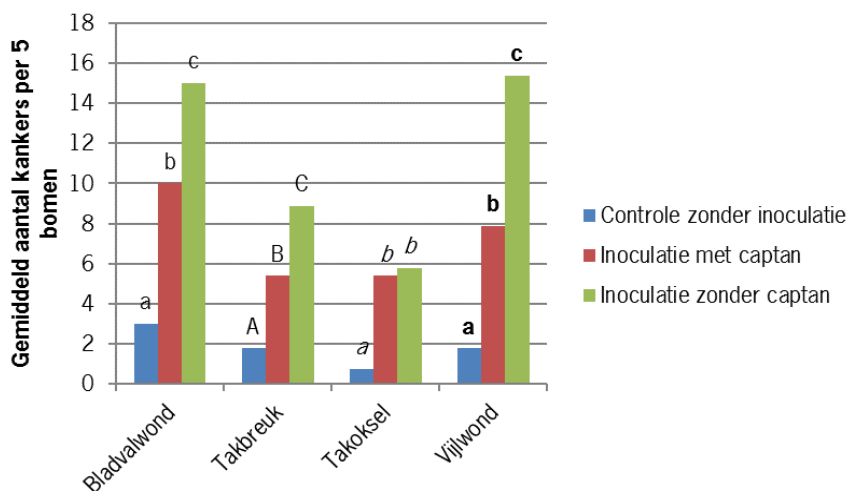
De tweejarige bomen waren afkomstig van negen kwekers (200 Elstar-bomen per kweker). Deze proef is zowel in 2018 als in 2019 uitgevoerd. In beide jaren werd na drie maanden in 1% van de bomen vruchtboomkanker aangetroffen. Er waren geen verschillen tussen de boomdelen. We vonden een enkele kankerplek bij de veren, veredeling, onderstam of oksel.

Aantasting tijdens bewaring

Plantmateriaal wordt standaard bewaard bij een temperatuur van rond de 1 °C. We wilden graag weten of de vruchtboomkankerschimmel bij deze temperatuur actief blijft. In een experiment hingen we daartoe takken met vruchtboomkanker op bij 1 °C. Elke week spoelden we de takken met water en telden we de sporen. Na twaalf weken bleek de schimmel nog steeds wekelijks nieuwe sporen te vormen. De schimmel kan dus overleven in de bewaring; de sporen zouden zich kunnen verspreiden via waterspatten en druppels.

3 Dompelproef

Een van de geopperde methoden om vruchtboomkanker te beheersen is het dompelen van enthout of vruchtbomen in een fungicide-oplossing. In vooronderzoek was aangetoond dat een dompeleffect van captan op geïnfecteerde twee-jarige vruchtbomen vermindering van aantasting gaf (figuur 12).



Figuur 12 gemiddeld aantal kankers per 5 bomen bij onbehandelde bomen en bomen gedompeld in captan.

In 2018 en 2019 is de proef herhaald, maar werd er echter geen herhaling van de resultaten behaald. Dit werd veroorzaakt doordat het gebruikte plantmateriaal teveel stress had meegemaakt en niet bruikbaar meer was voor bepalen van resultaten. Het protocol werd aangepast waarbij er meer rekening wordt gehouden met de leeftijd en condities van het plantmateriaal.

Proef najaar 2020

In het project werd voorgesteld om in het najaar van 2020 twee proeven uit te voeren, één met enthout en één met 2 jarige bomen, om te bepalen of dompelen met deze middelen een effect heeft op de aantasting vruchtboomkanker waarbij het plantmateriaal wordt verwond en geïnfecteerd met de schimmel. Uiteindelijk werd besloten dat alleen de behandeling met de bomen nog haalbaar was binnen de periode van het project.

Proefopzet en uitvoering

In het experiment werden 2 partijen Gala bomen gebruikt voor de proef (van verschillende kwekers). Deze werden op elke boom verwond: 3 vijlwonden, 3 takbreuken en 3 takoksel wonden door samenknijpen van takken. Er werden bossen van 5 bomen gemaakt en 4 van deze bosjes werden met hetzelfde product behandeld (4 herhalingen - 20 bomen totaal per kweker). De bosjes bomen werden vervolgens om de beurt gedompeld in een bad met middel in dosering voorgeschreven op het label (tabel 5; figuur 13). De bomen gedompeld in een oplossing met Serenade werden vervolgens 8 dagen bij $\sim 10^{\circ}\text{C}$ bewaard (om de bacterie te activeren). De andere bomen werden aan de lucht gedroogd voor een paar uur en vervolgens geïnoculeerd met sporen oplossing (10^4 sp/ml) met een spuitflesje tot het ervan af droop. Daarna werden deze in de 1°C koelcel gelegd, horizontaal in stapels (een aparte stapel voor de water controle). De Serenade-bomen werden na 8 dagen geïnoculeerd en in de 1°C koelcel gelegd. De bomen werden 3 maanden bij 1°C geïncubeerd, daarna werden ze opgepot en in een warmtecel van 18°C hoge RV geplaatst voor het ontwikkelen van symptomen. Dit werd 6 maanden gevolgd en beoordeeld. Er waren 2 controle-behandelingen: i) met water geïnoculeerde bomen als negatieve controle, en ii) bomen met sporensuspensie geïnoculeerd zonder middelbehandeling als positieve controle.

Tabel 5 *dompelproducten en gebruikte concentraties.*

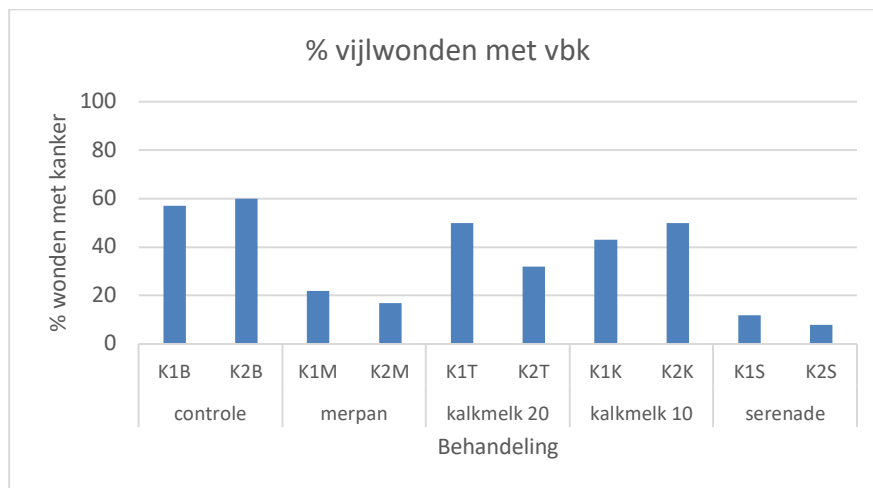
Middel	Gram product	Volume
Merpan	500 gram	200 L
Kalkmelk	20 kg	200L
Kalkmelk	10 kg	200 L
Serenade	2L (1% dosering)	200L



Figuur 13 *dompelen van de bomen in een oplossing met Serenade.*

Resultaat

De takbreuk- en okselwonden bleken te lastig om adequaat te kunnen beoordelen vanwege secundaire schimmelaantastingen. De vijlwonden waren goed te beoordelen. In de positieve controle vertoonden gemiddeld 59% van de wonden een kanker. De bomen van beide herkomsten werden even zwaar aangetast. Bij de captan-behandeling kreeg gemiddeld 20% van de geïnfecteerde wonden een kanker. Bij de kalkmelk-behandelingen waren de aantastingspercentages gemiddeld 41% en 47% voor respectievelijk 20 kg en 10 kg kalkmelk. De behandeling met Serenade resulteerde in gemiddeld 10% kankers op de vijlwonden (figuur 14).



Figuur 14 *percentage kankers op vijlwonden na 6 maanden incubatie in een klimaatcel. K1 en K2 zijn de twee verschillende herkomsten van de bomen.*

Discussie

In dit experiment reduceerde een dompelbehandeling met captan het ontstaan van kankers op vijlwonden. Behandelingen met kalkmelk hadden geen of weinig effect. Opvallend was het goede effect van Serenade. Deze behandeling reduceerde het ontstaan van kanker-aantastingen zeer sterk. Het is echter de vraag of dit effect aan Serenade moet worden toegeschreven of aan de totale behandeling. Bij deze behandeling werden de bomen namelijk na de Serenade-dompeling 8 dagen bij $\sim 10^{\circ}\text{C}$ bewaard en daarna besmet met de sporen van de schimmel. In de proef had een controle-behandeling moeten worden toegepast waarbij de bomen niet in Serenade werden gedompeld (maar in water) en deze bomen hadden dan ook 8 dagen bij $\sim 10^{\circ}\text{C}$ bewaard en daarna besmet met de sporen van de schimmel. Op deze wijze was duidelijk geworden of er sprake is van een Serenade-effect of een 'bewaar'/wondhelings-effect.

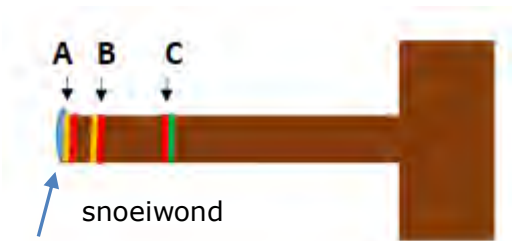
4 Moleculaire toets-ontwikkeling en infectie-proces van snoeiwonden

4.1 Ontwikkeling moleculaire toets

Aan het begin van het project was moleculaire toets voor identificatie van *Neonectria ditissima* beschikbaar. Deze toets is echter niet bruikbaar in epidemiologische studies. Door de lange periode dat de schimmel zich in het hout kan vestigen voordat er symptomen zichtbaar zijn, zou een toets die vroegtijdig al schimmel kan detecteren wenselijk zijn, en mogelijkheden bieden om de ziekte ontwikkeling beter te kunnen bestuderen. De groep WUR BioInteracties heeft op basis van het ITS-gebied een nieuw Taqman qPCR ontwikkeld die hiervoor gebruikt kan worden. Deze Taqman qPCR is gepubliceerd door Elena et al. (2022).

4.2 Aantonen van symptoomloze infecties van de schimmel

Met deze Taqman qPCR is een proef uitgevoerd om de symptoomloze kolonisatie te volgen in hout op verschillende afstanden van een geïnoculeerde snoeiwond. Voor deze proef werden de rassen Gala en Elstar gebruikt. Per appelras werden bij 20 bomen, 5 takken per boom, met *N. ditissima* geïnoculeerd en eenzelfde aantal met water ter controle. De 1 jarige takken werden tot 15cm van de harttak gesnoeid. De wonden werden met 100 sporen geïnoculeerd. Op 5 tijdstippen na inoculatie (T1-T4, tabel 6) werden er 2x, 2 mm dikke discs geknipt van het hout op A (2), B (10), C (30) mm van de wond (figuur 15). De eerste disc werd op groeimedium gezet op het lab (traditionele methode), de tweede disc werd gebruikt voor DNA extractie en de nieuwe Taqman qPCR. Ter controle van een effectieve infectie, werd ook de symptoom-uiting (kankers) gemonitord (T5).



Figuur 15 posities van monstername.

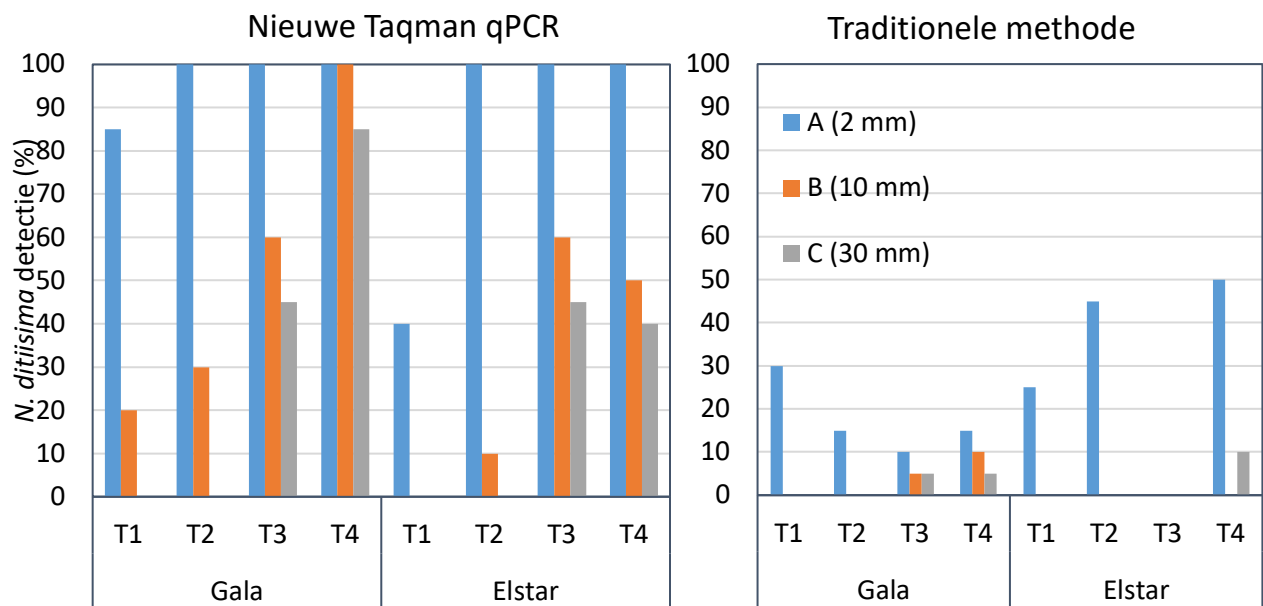
Tabel 6 tijdstippen en plekken van bemonsteringen van de geïnoculeerde snoeiwonden.

Code	Bemonstering	Afstand van wond (mm)
T0	Net voor inoculatie (8-Aug)	0
T1	3 uren (8 Aug)	2, 10
T2	2 weken (23 Aug)	2, 10
T3	4 weken (7 Sep)	2, 10, 30
T4	8 weken (4 Oct)	2, 10, 30
T5	4 & 8 weken	nvt

Resultaten

De resultaten van het experiment worden in de grafieken hieronder gepresenteerd. Deze presenteren het aantal schijfjes met een positieve detectie van *N. ditissima* door de tijd (T1-T4) en op de verschillende afstanden in het hout (A-C). De detectie van *N. ditissima* in de schijfjes zonder zichtbare symptomen was succesvol. De detectie van *N. ditissima* was veel hoger met de qPCR (figuur 16 - links) dan met de traditionele uitplaat methode (figuur 16 - rechts). De toename van *N. ditissima* in het hout was goed zichtbaar door de tijd waarbij na 8 weken op T4 in Gala 80% van de schijfjes

geknipt op 3 cm van de wond de schimmel bevatte en bij Elstar 40%. Er is op deze manier ook te zien dat er verschil is tussen deze 2 rassen, met een tragere opbouw van schimmel in Elstar.



Figuur 16 detectie van *N. ditissima* in houtschijfjes van een tak geknipt door de tijd (T1-T4) en op verschillende afstanden (A-C) na inoculatie van een snoeiwond van Gala en Elstar bomen.

4.3 Effect van aantallen sporen op infectie en symptoomontwikkeling

In dit onderdeel werd onderzocht hoeveel sporen (conidia) nodig zijn om tot infectie en aantasting te leiden. Hiervoor werden op één moment in het najaar, voordat de bladval plaats vond, takken geïnoculeerd met verschillende sporenconcentraties (figuur 17). Per concentratie werden 15 takken geïnoculeerd per ras (Gala en Elstar). Inoculatie vond plaats door blad weg te halen en die plek met een druppel sporensuspensie te inoculeren. Elke tak werd op 4 plekken geïnoculeerd met sporen. Nadat de plek was opgedroogd werd er vaseline over de wond gesmeerd. De sporen kunnen dan niet meer uitdrogen of afspoelen.



Figuur 17 Najaar 2019 - inoculeren van 4 bladwonden op scheuten van Elstar en Gala.

Eind jan/begin februari werden de takken geknipt en werden er handveredelingen gemaakt (figuur 18). Deze werden gebruikt voor 3 "behandelingen": 5 boompjes werden er in de warmtecel gezet, 5 boompjes buiten in pot en 5 boompjes werden gebruikt voor detectie met de qPCR. Hieronder is de proef schematisch weergegeven.

Rassen	Aantal sporen per wond*	Warmtecel	Opgepot op containerveld	In diepvries voor Taqman analyse op later tijdstip
Gala	0	5 takken	5 takken	5 takken
	1	5 takken	5 takken	5 takken
	10	5 takken	5 takken	5 takken
	100	5 takken	5 takken	5 takken
	1000	5 takken	5 takken	5 takken
Elstar	0	5 takken	5 takken	5 takken
	1	5 takken	5 takken	5 takken
	10	5 takken	5 takken	5 takken
	100	5 takken	5 takken	5 takken
	1000	5 takken	5 takken	5 takken

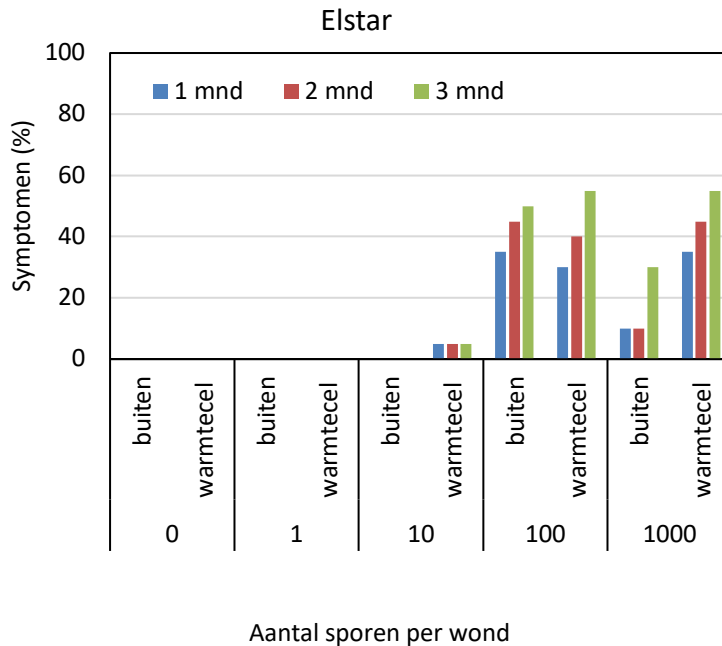
*Op elke tak werden 4 bladwonden geïnoculeerd.



Figuur 18 maken van handveredelingen (A), incubatie in warmtecel (B), en op containerveld (C).

Resultaten proef 2018-19

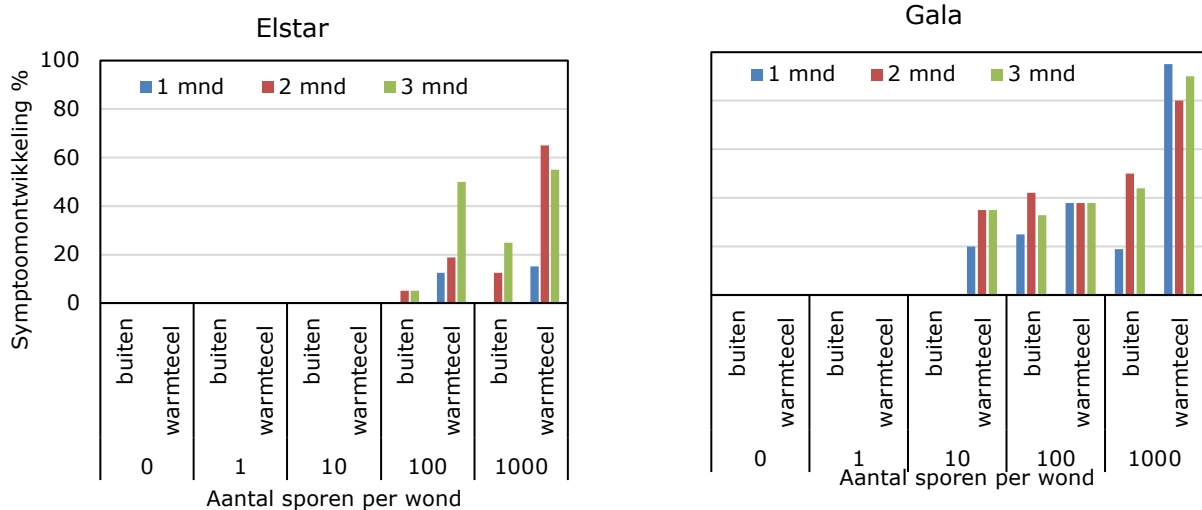
Uit de proeven blijkt dat er bij Elstar tenminste 100 sporen per wond nodig zijn om tot infectie en symptoomontwikkeling te leiden (figuur 19). Dit is een vergelijkbaar resultaat als door Wenneker et al. (2016) werd behaald.



Figuur 19 *percentage wonden met symptoom ontwikkeling op enthout van Elstar na inoculeren met 5 verschillende aantallen sporen (0,1,10,100,1000) 1-3 maanden na het maken van handveredelingen in 2019.*

Resultaten proef 2019-20

In deze proef werden 2 appelrassen gebruikt: Elstar en Gala. Bij Elstar bleek – evenals in voorgaande proef – ongeveer 100 sporen per wond nodig om infectie en symptomen te ontwikkelen. Bij Gala leiden 10 sporen per wond ook in de warmtecel al tot symptomen (figuur 20).



Figuur 20 *percentage wonden met symptoom ontwikkeling op enthout van 2 rassen Gala (A) en Elstar (B) na inoculeren met 5 verschillende aantallen sporen (0,1,10,100,1000) 1-3 maanden na het maken van handveredelingen in 2020.*

5 Duurzame beheersing

5.1 Effect stikstofbemesting

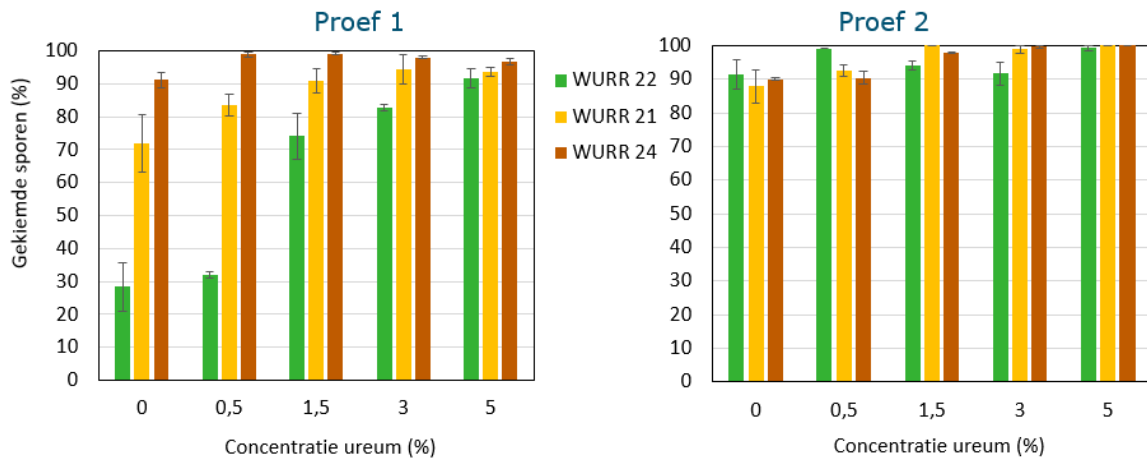
Onderzoeksvraag: speelt stikstofbemesting een rol bij de vatbaarheid van appelbomen voor vruchtboomkanker?

5.1.1 Laboratoriumexperimenten effecten stikstof

In laboratoriumexperimenten werd het effect van stikstof (als ureum) bepaald op de kieming van sporen en myceliumgroei van *N. ditissima*. Hiertoe werden bepaalde concentraties ureum aan voedingsoplossingen toegevoegd. Op deze voedingsbodems werd het percentage kieming van conidiën en de groei van mycelium bepaald. De experimenten werden met 3 isolaten van vruchtboomkanker uitgevoerd: WURR21, WURR22 en WURR24.

5.1.1.1 Sporenkieming

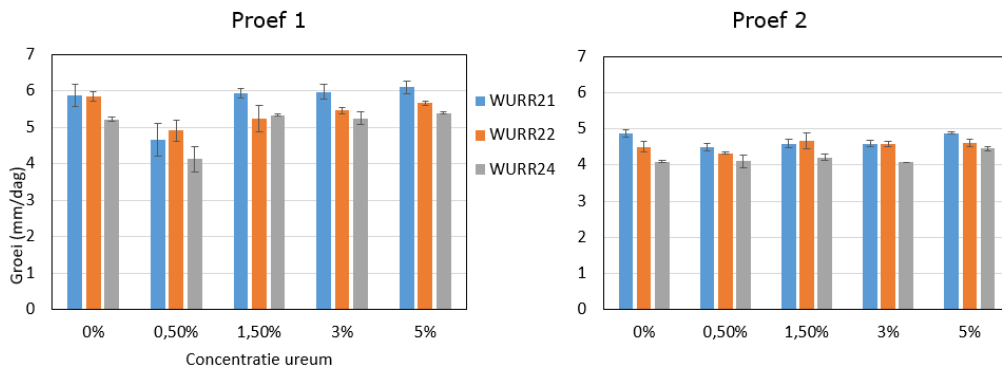
In de eerste proef bleken de sporen van isolaat WURR22 in de controle-behandeling en bij een lage concentratie ureum (0,5%) niet goed te kiemen: circa 30% kieming werd vastgesteld. Bij hogere concentraties ureum kiemden de sporen van dit isolaat goed. Bij de andere twee isolaten (WURR21 en 24) was de kieming in de controles wat lager dan bij de ureum-behandelingen. In de tweede proef (herhaling) kiemden alle sporen van alle isolaten goed (tenminste 90% kieming). Een effect van ureum op de kieming van de sporen kan niet worden aangetoond (figuur 21).



Figuur 21 kiemingspercentage van conidio-sporen bij verschillende concentraties ureum.

5.1.1.2 Myceliumgroei

In de proef (2x herhaald) werd geen effect van ureum op de groeisnelheid van de schimmel aangetoond (figuur 22). De groeisnelheid van de verschillende schimmel-isolaten op de voedingsbodems met verschillende doseringen ureum was vergelijkbaar met de controle-behandelingen zonder ureum.



Figuur 22 myceliumgroei-snelheid van *N. ditissima* bij verschillende concentraties ureum.

Samenvattend:

Uit de laboratoriumproeven blijkt niet dat stikstof-concentratie (ureum) een effect heeft op de kieming van sporen of myceliumgroei bij de getoetste drie *N. ditissima* isolaten.

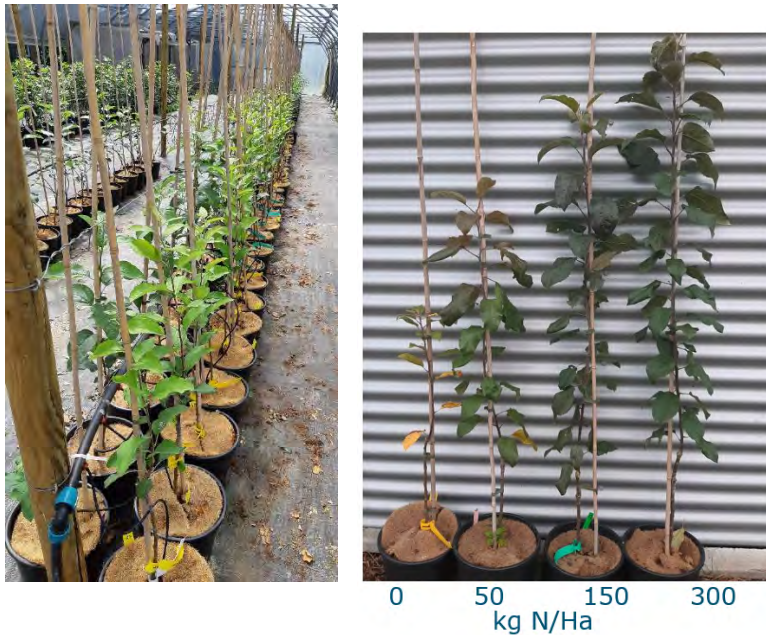
5.1.2 Effect stikstofbemesting bij appelbomen en op vruchtboomkanker-aantasting

Uitvoering

In dit projectonderdeel werd het effect van stikstoftoediening tijdens de groeifase in de kwekerij onderzocht. Stikstof (N)-bemesting wordt toegepast voor de noodzakelijke boomgroei. De meststoffen worden toegediend als ureum-bladmeststoffen of via bodembemesting. Verondersteld wordt dat een hogere stikstoftoediening leidt tot meer vruchtboomkanker (Campbell *et al.*, 2018; Dryden *et al.*, 2016; Vorster *et al.*, 2021). In dit experiment werd onderzocht of deze veronderstelling juist is, en tevens of de hogere aantasting wordt veroorzaakt door/ samenhangt met: 1) meer wonden door groeispuurt planten bij hogere N, of 2) doordat de schimmel extra hard groeit bij hogere N. In 2019 en 2020 zijn de proeven uitgevoerd waarbij 4 stikstoftrappen (0, 50, 150 en 300 kg/ha) zijn toegediend aan potten met 1-jarige bomen. In 2019 werd stikstof toegediend als een oplossing aan het substraat in de pot. In 2020 werd stikstof toegediend via een langzaam werkende korrel. In 2019 werd een extra behandeling toegepast waarbij ureum werd gespoten ter bevordering van blad-afbraak bij de bladval. Dit is een handeling die in boomgaarden wordt toegepast. In Nieuw Zeeland leidde dit tot veel vruchtboomkanker in het jaar erop. In 2020 werd een extra behandeling ingezet met 1% ureum als bespuiting tijdens de groeifase. Er werden verschillende frequenties van toepassen onderzocht. Infectieproeven werden uitgevoerd in het najaar d.m.v. bladwonden insnijden en inoculeren en natuurlijk infecties door kankers boven de bomen te hangen. Op het tijdstip van inoculeren werd ook hout uit de bomen gesneden voor een bepaling van N in hout.

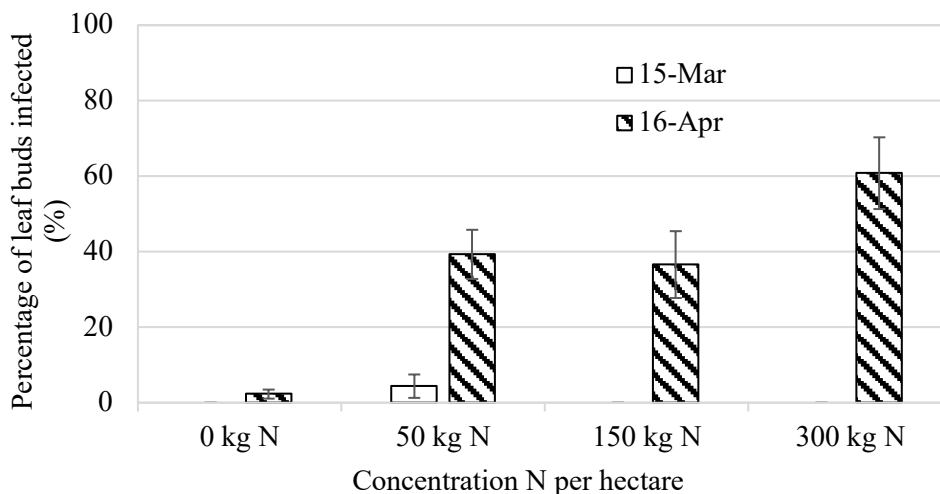
Resultaten

Een sterk effect van stikstof op de boomgroei werd waargenomen. De boomlengte en stamdikte nam toe met toenemende stikstofgift (figuur 23).



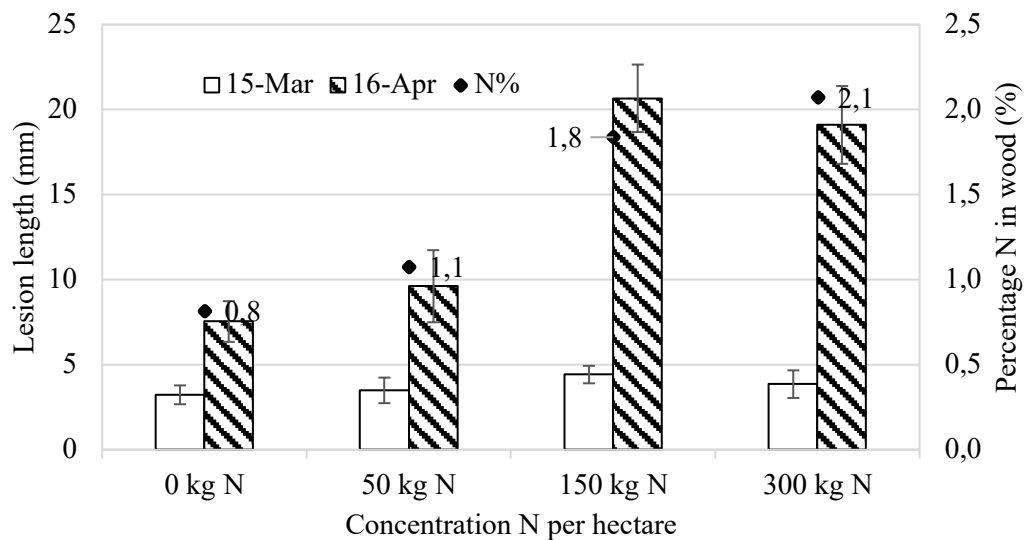
Figuur 23 opgepote bomen op het containerveld bij aanvang van de proef, en verschillen in groei bij verschillende doseringen N.

Een effect van stikstofgift werd waargenomen bij natuurlijke besmetting van de bladwonden via uit het uithangen van kankers boven de bomen tijdens de bladval. Bij 0 kg N/ha stikstof werden vrijwel geen geïnfecteerde bladknoppen aangetroffen (2%), bij 50 kg N/ha en 150 kg N/ha respectievelijk 39% en 37% infectie, en bij 300 kg N/ha werd 61% infectie waargenomen (figuur 24).



Figuur 24 percentage bladknoppen met symptomen van vruchtboomkanker op opgepote 'Gala'-bomen na besmetting door uithangen van kankers boven de bomen. Stikstof was toegediend via de bodem met N-concentraties equivalent met 0, 50, 150 en 300 kg N/ha (N=10).

Bij kunstmatige besmetting van wondjes resulteerden alle besmettingen in kankers bij alle stikstof-behandelingen. In maart waren de kankers gemiddeld bij alle behandelingen van een vergelijkbare lengte: circa 5mm. De kankers bij een stikstofgift van 150 en 300 kg N/ha waren in april gemiddeld 2x zo lang (circa 20mm) dan bij 0 en 50 kg N/ha (circa 10mm). Het stikstofgehalte van het hout vertoonde eenzelfde trend (figuur 25).



Figuur 25 kankerlengte na besmetten door snijwondjes te infecteren en stikstofgehalte (%) van het hout bij opgepotte 'Gala'-bomen bij verschillende stikstofgiften. Stikstof werd toegediend via de bodem met N-concentraties equivalent met 0, 50, 150 en 300 kg N/ha (N=10).

Samenvattend:

Een hoge stikstof-gift leidt tot grotere bomen. De hoge stikstof-gift werd ook in het hout aangetoond. Meer stikstof lijkt tot meer infecties te leiden. Bij stikstof-giften van 150 kg/ha en hoger waren de kankers ook groter. Bij stikstof-giften tot 50 kg/ha zijn nog steeds relatief veel aantastingen, maar de kankers blijven wel kleiner.

5.2 Alternatieve bestrijdingsmethoden

5.2.1 Plantenextracten en antagonisten

De beschikbaarheid van toegelaten middelen voor de beheersing van vruchtboomkanker is de afgelopen jaren afgenomen. Daarom werden diverse alternatieve 'groene' middelen onderzocht, zoals antagonisten en plantenextracten. Voor de toetsing van antagonisten en plantenextracten moet in de boomgaard (op de boom) bepaald worden wat de effectiviteit hiervan is tijdens belangrijke infectieperiodes zoals de pluk, de bladvalperiode en de snoei. Voor dit onderzoek werd het volgende schema gebruikt:

1. Selectie van middelen toegelaten in Nederland maar niet getest.
2. Selectie andere potentiële middelen (nog niet toegelaten).
3. Opzetten en uitvoeren lab-assays voor eerste inzichten van het effect van het product op schimmelgroei en ontkieming van sporen.
4. Ontwikkelen van een bio-assay.
5. Uitvoeren bio-assays met middelen en onderzoeken tijdstip van applicatie (pre-of post pathogeen).
6. Succesvolle middelen opschalen en uitvoeren van een veldbespuiting.

Selectie van middelen (Stap 1 en 2)

Er werd een selectie gemaakt van een aantal bekende en onbekende potentiële alternatieve middelen (Tabel 7). Met deze extracten, mineraal en chemische stoffen werden lab-experimenten uitgevoerd waarbij de kieming van de sporen en groei van mycelium werd bepaald bij verschillende doseringen van de geselecteerde producten. Antagonisten kunnen echter niet op deze manier worden getoetst, deze kunnen namelijk heel anders reageren in het laboratorium. Hiervoor moeten experimenten worden uitgevoerd waarbij de plant ook wordt gebruikt (advies-overleg met J. Kohl). Daarom werd ervoor gekozen voor de antagonisten een zgn bio-assay te gebruiken. Dit is een infectieproef met 2-jarige bomen waarbij wonden worden gemaakt en deze worden behandeld met de antagonist.

Tabel 7 geselecteerd middelen voor sporenkieming en myceliumgroei-experimenten.

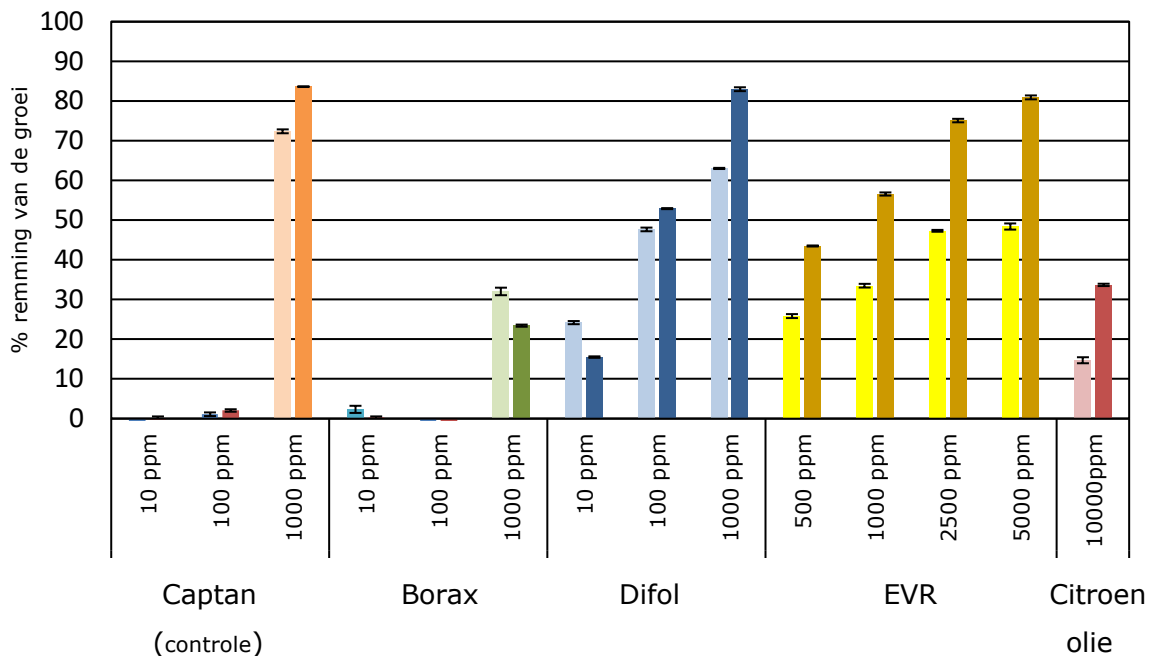
Type stof	Product	Actieve stof	Experiment*
Planten extract	Citroen olie	Citroen extract	Lab-G
Planten extract	EVR (Yucca)	<i>Yucca schidigera</i> /saponinen	Lab-G&K
Mineraal	Borax	Natriumtetraboraat	Lab-G
Chemisch	Difol	folpet 33% & difenoconazole 1%	Lab-G
Antagonist	BlossomProtect	<i>Aureobasidium pullulans</i>	Bio-assay
Antagonist	Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	Bio-assay
Antagonist	T77	<i>Trichoderma atroviride</i> 77B	Bio-assay
Antagonist	Vintec	<i>T. atroviride</i> SC1	Bio-assay
Antagonist	AmyProtec40	<i>B. amyloliquefaciens</i>	Bio-assay

- Lab-G = groei-experiment: middel wordt vermengd in voedingsbodem van de schimmel waarop de schimmel wordt aangeënt, groei van de schimmeldraden wordt gemeten na 1 en 2 weken.
- Lab-K = kiemings-experiment: middel wordt in oplossing gebracht in water waarin sporen worden geïncubeerd voor 24h, daarna wordt bepaald hoeveel sporen een kiembuis hebben gevormd.
- Bio-assay = experiment waarbij de boom wordt gebruikt.

Resultaten lab-experimenten

Effect op schimmelgroei

Citroen-olie, EVR, Borax en Difol werden gebruikt voor myceliumgroei-experimenten. Bij deze experimenten werden de middelen in de voedingsbodems vermengd, daarna werd de schimmel hierop geënt. Er werden 2 isolaten gebruikt nl. 1) WURR23: een isolaat geïsoleerd uit een kanker uit Randwijk, en 2) WURR69 (=CBS 100316, het referentie-isolaat voor deze schimmel). De myceliumgroei werd vervolgens gedurende 2 weken gevolgd en gemeten (figuur 26). In deze experimenten werd captan als referentie-middel gebruikt, en een controle zonder middel in de voedingsbodem. Captan gaf bij 1000 ppm ongeveer 70-80% remming afhankelijk van het schimmel-isolaat. Borax en citroen olie hadden geen remmend effect bij de geteste concentraties. Borax had bij 1000 ppm slechts max 30% remming en citroen olie had bij een extreem hoge dosering max 30% remming. Er werd ervoor gekozen deze producten niet meer verder te toetsen in dit onderzoek (ook niet meer op kieming-effecten). Difol gaf al 50% remming bij 100 ppm en 80% remming bij 1000 ppm. Dat is vergelijkbaar met captan. EVR had een remmende werking, deze verschilde echter wat meer tussen de isolaten vergeleken met de andere middelen. Isolaat WURR23 werd 50% geremd bij 5000 ppm, terwijl WURR 69 80% geremd werd bij deze concentratie (5000 ppm = 0,5%). EVR en Difol werden geselecteerd voor vervolgsperimenten.

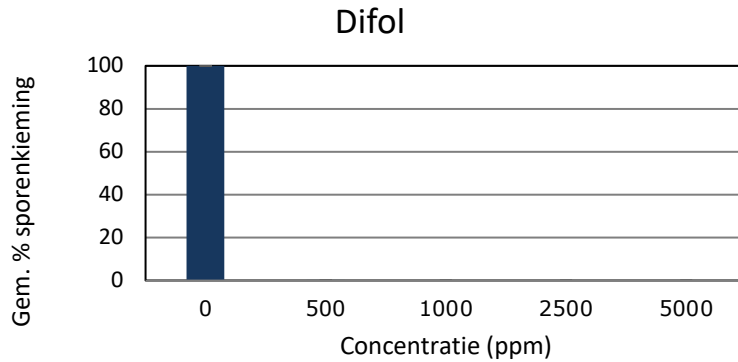


Figuur 26 Percentage remming door 4 alternatieve producten op de schimmelgroei van 2 isolaten (WURR 23 (lichte kleur) en 69 (donkere kleur)) *N. ditissima* in laboratorium experimenten. Dosering is in parts per million (ppm) aangegeven. Voor Captan wordt in praktijk 2.5 kg/ha aanbevolen, dit komt overeen met 2500 ppm. Percentage is berekend op basis van de schimmelgroei zonder product (blanco). Experiment in duplo uitgevoerd (N=3).

Effect op kieming van sporen

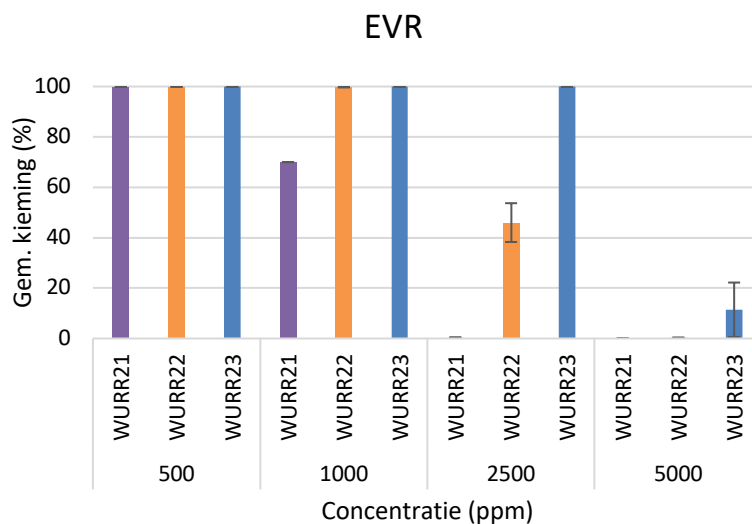
EVR en Difol werden gebruikt in experimenten om het effect de kieming van de sporen te bepalen. Hiervoor werden 3 isolaten gebruikt afkomstig van kankers uit de boomgaard te Randwijk. Er werden oplossingen gemaakt van de middelen. Captan werd als referentie-middel gebruikt. Een oplossing zonder middel diende als controle-behandeling. Sporen van de schimmel werden in de oplossingen gedurende 24 uur bij kamertemperatuur geïncubeerd. Daarna werden 100 sporen bekeken onder de microscoop en geteld hoeveel sporen er gekiemd waren. Captan werd bij 500, 1000, 2500 en 5000 ppm getoetst.

In de onbehandelde controle was de kieming 100%. Bij captan en difol werd geen kieming van de sporen waargenomen bij alle gebruikte doseringen (figuur 27).



Figuur 27 Gemiddeld percentage kieming van sporen van 3 *N. ditissima* isolaten in een oplossing met Difol in verschillende concentraties (N=100).

De kieming bij verschillende concentraties EVR was verschillend per isolaat (Figuur3). Isolaat WURR21 kiemde niet meer bij 2500 ppm EVR (0.25%). WURR 22 en 23 kiemden nog wel bij die zelfde concentratie, met 45 en 100%! Bij 5000 ppm was wel hoge remming waargenomen met enkel bij WURR23 10% kieming.



Figuur 28 Gemiddeld percentage kieming van 100 sporen van 3 isolaten van *N. ditissima* (WURR21,22,23) bij 4 concentraties van EVR (3 herhalingen per concentratie).

Biotoets

Een infectieproef werd uitgevoerd met vijf antagonisten en EVR (tabel 8). Hiervoor werden Gala- en Kanzi-bomen gebruikt van 2-3 jaar oud. Er werden 4 wonden aan de harttak gemaakt m.b.v. insnijden + 4 snoeiwonden (per boom) – dus 8 wonden per boom. De testproducten werden 1 dag voor inoculatie OF 1 dag na inoculatie aangebracht. Het gehele experiment werd uitgevoerd op 2 partijen bomen. Partij 1 werd buiten geplaatst. Partij 2 werd in een warmtecel geplaatst (18C, RV >90%). De planten werden geïnoculeerd met 10ul sporen suspensie (2 isolaten) van 10^4 sporen/ml. Als positieve controle voor infectie werden planten geïnoculeerd zonder middelen. Er waren 2 planten per behandeling. De producten werden in oplossing gebracht, deze werden op de wond gepipetteerd in 50ul. Er werden plastic zakken over de planten gedaan na inoculatie voor 2 dagen en besproeid met planten spuit om hoge RV te behouden. Dosering was gebaseerd op label of voorgaand onderzoek. Planten werden gedurende 3 maanden elke maand beoordeeld op symptoom ontwikkeling.

Tabel 8 dosering van de gebruikte producten in de proef.

Product	Dosering	Conc. Per ml
AmyProtec40	2L/ha	0.01
BoniProtect	1kg/ha	5 mg
Serenade	8 L/ha	0.04
T77	500 g/ha	2.5 mg
Vintec	200 g/ha	2 mg
EVR	1%	0.01

Resultaten

Partij 1: Er waren geen symptomen zichtbaar in de positieve controle als in de behandelingen in de 3 maanden na inoculatie (Jun-Sep). In deze periode waren er hoge temperaturen en droogte. Dit kan de oorzaak zijn geweest dat de schimmel geen infecties heeft veroorzaakt.

Partij 2: De positieve controles hadden wel symptomen ontwikkeld, echter niet bij alle wonden. Beoordelen van de wonden was hierdoor lastig, want er zaten veel andere beschadigingen en schimmelvorming op de planten. Hierdoor geen precieze afmetingen kunnen doen. Op basis van de duidelijke symptomen van >1 cm zijn bomen beoordeeld en een +/- systeem toegepast (Tabel 9).

Tabel 9 vruchtboomkanker symptoom ontwikkeling na 3 maanden op verschillende wonden en 2 rassen (Gala, Kanzi) na inoculatie met *N. ditissima* en behandeld met 6 producten (N=2).

Product	Gala		Kanzi			
	Snijwond		Snijwond		Snoeiwond	
	dag ervoor*	dag erna	dag ervoor	dag erna	dag ervoor	dag erna
Pos+	++	+-	+-	++	++	++
Amyprotec	+-	+	+-	+-	+-	+-
BlossomProtect	-	+-	-	-	+-	-
EVR	-	+-	+-	+-	+-	++
Serenade	-	+-	+-	++	++	-
T-77	+-	+-	+-	+-	+-	+-
Vintec	+-	+-	++	++	+-	-

*tijd van behandeling met product tov inoculatie met schimmelsporen

++: kankers duidelijk >1cm lengte

+ -: kankers minder duidelijk OF 1 van de 2 reps symptoom, ander niet

-: geen symptomen

Snijwonden: In Gala werd waargenomen dat bij een voorbehandeling met BlossomProtect, EVR en Serenade geen symptomen werden ontwikkeld (tabel 9), echter als de producten een dag na inoculeren waren aangebracht hadden sommige planten wel symptomen. In Kanzi werden in alle planten symptomen ontwikkeld behalve wanneer de wonden waren behandeld met BlossomProtect.

Snoeiwonden: In Kanzi werden ook snoeiwonden behandeld, deze resultaten waren echter verschillend van de resultaten met snijwonden. De controles hadden duidelijke symptomen ontwikkeld. Bij een voorbehandeling waren alsnog symptomen ontwikkeld bij alle producten (Tabel 3). Bij een nabehandeling bleven de wonden behandeld met BlossomProtect, Serenade en Vintec symptoomloos.

De resultaten van deze experimenten gaven inzicht in het werken met de antagonisten en de werking van de biotoets. De ervaring was vooral dat de uitvoering van het experiment en metingen van de waarnemingen vrij complex is. Dit experiment demonstreerde ook dat een herhaling met meer replicaties, meer doseringen en meerdere tijdstippen/incubatie periodes van aanbrengen nodig is om deze proeven goed te kunnen uitvoeren en de biotoets te optimaliseren. Met dit inzicht werd er in 2019 besloten dat er binnen het project geen ruimte is om zulke uitvoerige proeven binnen dit project uit te gaan voeren.

Samenvattend - plantenextracten en antagonisten

- EVR (saponinen) en Difol hadden een relatief goede werking tegen de groei van de schimmel in het laboratorium.
- EVR is interessant voor vervolgonderzoek.
- Een biotoets met een 6-tal antagonisten gaf geen duidelijke resultaten.
- Ontwikkelen van goede biotoets is nodig.
- Levenswijze en werking van de antagonist moet beter bekend zijn om de producten goed te kunnen toetsen.

5.3 Overkappen

Doel: Bepalen of het drooghouden van bomen d.m.v. een regenkap de vruchtboomkanker-infecties kan verminderen.

Drooghouden van het gewas blijkt een goede methode te zijn om schurft op appel te verminderen. De schurftschimmel heeft vrij water nodig om de sporen te laten kiemen en het gewas te infecteren. In dit onderzoek werd onderzocht of het drooghouden van het gewas d.m.v. een overkapping ook vruchtboomkanker-aantasting kan verminderen. Gala handveredelingen (op M9) werden in de tunnel opgekweekt, daarna werden 3 objecten (2018-2019) en 4 objecten (2019-2020) aangelegd met elk 4 blokjes van 10 bomen (figuur 29).



Figuur 29 uithangen van kankers boven bomen tijdens de bladval – zonder (A) en met overkapping (B).

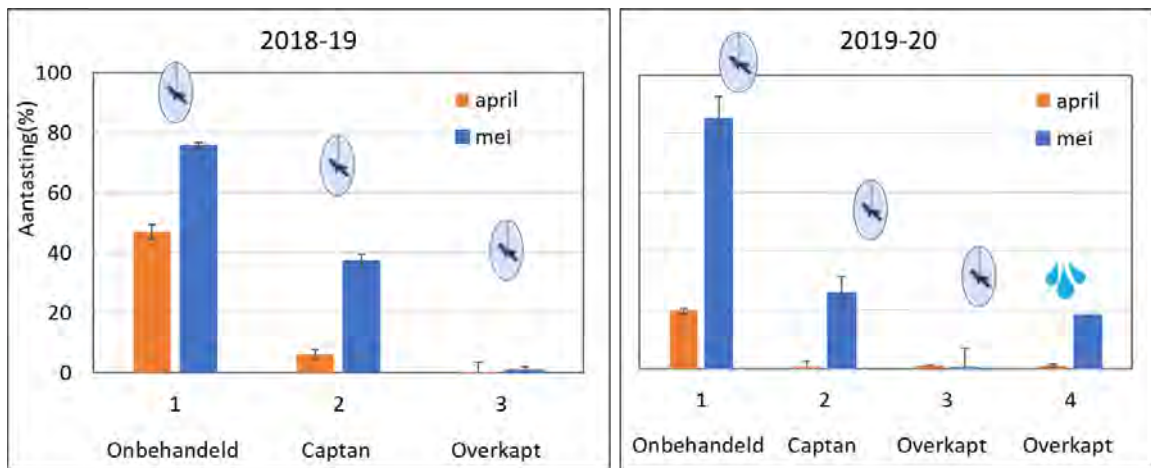
De volgende behandelingen werden uitgevoerd:

1. Onbehandeld (geen middel) + uithangen van kankers met sporulerende vbk-schimmels.
2. Captan (najaar 2x, 2.5 kg/1000L) + uithangen van kankers met sporulerende vbk-schimmels.
3. Overkappen + uithangen van kankers met sporulerende vbk-schimmels.
4. Overkappen + sproeien van vbk-sporen (2019-20).

De schimmel werd in het najaar geïnoculeerd door takken met kankers boven de bomen te hangen (figuur 29). Op die manier werd een hoge sporendruk gecreëerd tijdens de bladvalperiode. De overkapping werd gemaakt van plastic en hout (Foto 1B). Behandeling 4 werd alleen in het tweede jaar uitgevoerd, waarbij i.p.v. het ophangen van een kanker boven de boom de schimmelsporen op 2 tijdstippen in het najaar werd bespoten sporen-oplossing. Dit werd gedaan om te onderzoeken wat er gebeurt als de schimmel zich al op de bomen bevindt. Van maart-mei werd maandelijks het percentage aangetaste bladwonden bepaald.

Resultaten

Hieronder worden de resultaten in 2 grafieken weergegeven, met één grafiek per seizoen. In de grafieken is het percentage aangetaste bladwonden weergegeven in april (oranje) en mei (blauw). Met het "takje"-plaatje wordt aangegeven dat er takken met kanker boven bomen zijn gehangen en met het "druppels"-plaatje is er met de schimmel-sporen bespoten. In de grafieken wordt weergegeven dat de onbehandelde bomen + schimmel (behandeling #1) een hoge vruchtboomkanker aantasting hadden van 70-90%. Bomen behandeld met captan (#2) resulteerde in een aantasting van 20-40%. Onder de overkapping hadden de bomen de laagste aantasting van <1% (#3). Als de sporen op de bomen waren gespoten was de uiteindelijke aantasting <20%. Deze resultaten tonen aan dat het drooghouden van de bomen een effectieve methode is om vruchtboomkanker aantasting te verminderen, zelfs bij zeer hoge schimmeldruk.



Figuur 30 *percentage bladknoppen met aantasting in Gala in april en mei bij verschillende behandelingen in het najaar:*

1. *Onbehandeld + uithangen van kankers met sporulerende vbk-schimmels*
2. *Captan (najaar 2x, 2.5 kg/1000L) + uithangen van kankers met sporulerende vbk-schimmels*
3. *Overkappen + uithangen van kankers met sporulerende vbk-schimmels*
4. *Overkappen + sproeien van vbk-sporen (2019-20)*

5.4 Verbeteren van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen

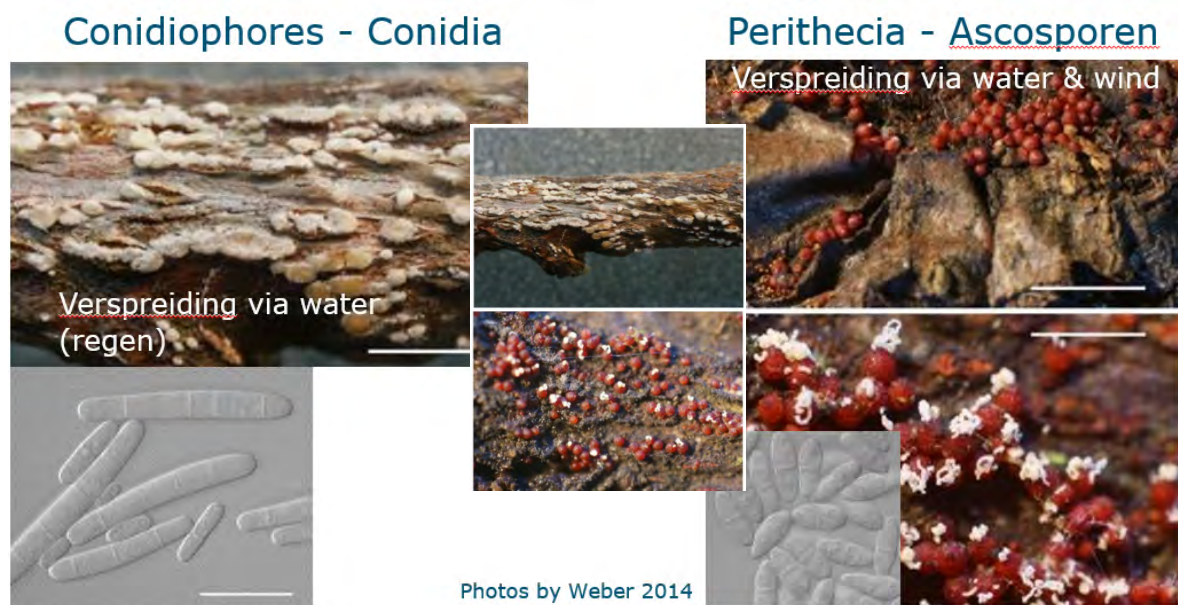
5.4.1 Waarschuwingmodel sporendynamiek

Omdat groene middelen over het algemeen zwakker zijn dan traditionele middelen is het optimaliseren van de toepassing van groot belang. Hierbij wordt onder andere gewerkt aan het optimaliseren van het bestrijdingsmoment. Met behulp van een waarschuwingmodel die de sporenvluichten modelleert in relatie met weersfactoren zal een betere inschatting mogelijk worden voor het meest geschikte bestrijdingsmoment.

Perithecia produceren ascosporen. Hierbij zijn er 2 fasen, eerst worden de rode bolletjes gevormd, daarna komt een sporen productie fase en zijn er witte puntjes zichtbaar. Hoelang het duurt van perithecia tot sporen productie is onduidelijk, deze info is echter belangrijk voor het modelleren van de schimmel.

De onderzoeksvragen bij het optimaleren voor het waarschuwingmodel waren:

- Wanneer zijn sporen (ascosporen en conidia – figuur 31) aanwezig in de boomgaard?
- Welke weersomstandigheden hebben de meeste invloed op het vrijkomen van de sporen?
- Kan het waarschuwingmodel geoptimaliseerd worden?



Figuur 31 sporodochia en conidia & perithecia en ascosporen van *Neonectria ditissima*.

Experiment

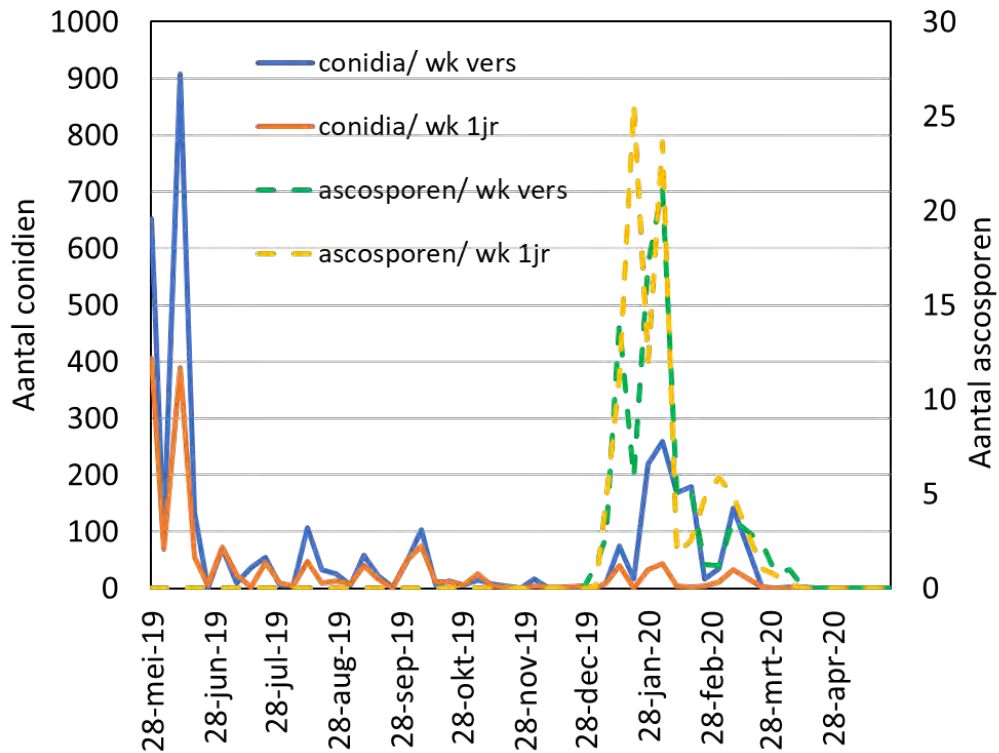
De sporulatie-dynamiek van *N. ditissima* werd in de boomgaard getest. Takjes met kankers werden in een trechter gelegd en vastgemaakt aan een boom/paal voor ondersteuning. Onder de trechter ving een bekersglas regenwater met sporen op (figuur 32). Het opgevangen regenwater onder de monsters werd wekelijks "geogst" en de sporen werden geteld. Dit experiment werd gedurende 12 maanden uitgevoerd, 1 juni 2019 -1 juni 2020.



Figuur 32 opvangen van sporen.

Resultaten

Conidiën werden het gehele jaar geproduceerd, waarbij in het voorjaar de hoogste aantallen werden geteld. Ascosporen werden alleen gevangen van dec-maart. De verzamelde gegevens over de sporendynamiek door de tijd wordt geanalyseerd met het doel deze te koppelen aan bepaalde weersfactoren. De gegevens worden uiteindelijk gebruikt voor het opstellen van een waarschuwingsmodel voor piek sporenproductie momenten. Het model kan gebruikt worden om tijdstippen te bepalen om te gaan snoeien of om preventief gewasbescherming toe te passen. Dit onderzoek werd in samenwerking met Bodata uitgevoerd.



Figuur 33 dynamiek van conidien en ascosporen in 2019-2020.

Waarschuwingmodel BODATA

Het uitgangspunt bij de ontwikkeling van het uitgebreide *Neonectria*-model is geweest dat de schimmel *Neonectria ditissima* op alle percelen appels en peren in Nederland aanwezig is. Dit geldt zowel voor percelen op fruitteeltbedrijven, als percelen op boomkwekerijen en vermeerderingstuinen. Op veel percelen, zeker in de Nederlandse boomkwekerij sector, zijn echter geen symptomen van aantasting door vruchtboomkanker zichtbaar. Er is daar zo weinig van de schimmel aanwezig dat de deze, ook met de in dit project ontwikkelde Q-pcr detectiemethode, vrijwel niet aantoonbaar is.

Uit voorgaand onderzoek is bekend dat *Neonectria ditissima* niet egaal over een boom of een aanplant verdeeld is, maar in haarden voorkomt (Scheer, 1980). In het model is ervoor gekozen om hiervoor de term *hot spots* te gebruiken. Onder een *hot spot* wordt een plek in het gewas verstaan waar zoveel *Neonectria* aanwezig is dat de symptomen van vruchtboomkanker zichtbaar zijn. Omdat de ziektedruk in een *hot spot* altijd hoog is, rekent het model altijd met dezelfde, hoge ziektedruk.

Het uitgebreide *Neonectria*-model van BODATA volgt de levenscyclus van de schimmel.

Het eerste deel van het model betreft de ontwikkeling van de schimmel tijdens de bladval. Dat is van nature de belangrijkste periode voor de schimmel om zich uit te breiden, omdat er dan veel bladwonden zijn. De kieming van de sporen wordt net als in het bestaande *Neonectria*-model volgens Latorre (2002) gemodelleerd. Daaraan is nu toegevoegd dat na een geslaagde kieming het *Neonectria*-mycelium in de wond groeit en zich onzichtbaar (latent) onder de oppervlakte in de tak uitbreidt. Deze latente periode kan enkele weken tot meerdere maanden duren. De lengte van deze latente periode hangt onder andere af van de weersomstandigheden en het ras.

In het tweede deel van het model wordt de symptoomexpressie berekend. Het model geeft aan dat, wanneer de berekende lengte van een lesie groter dan 5 mm is, de incubatietijd verstreken is en er nieuwe *hot spots* zijn ontstaan.

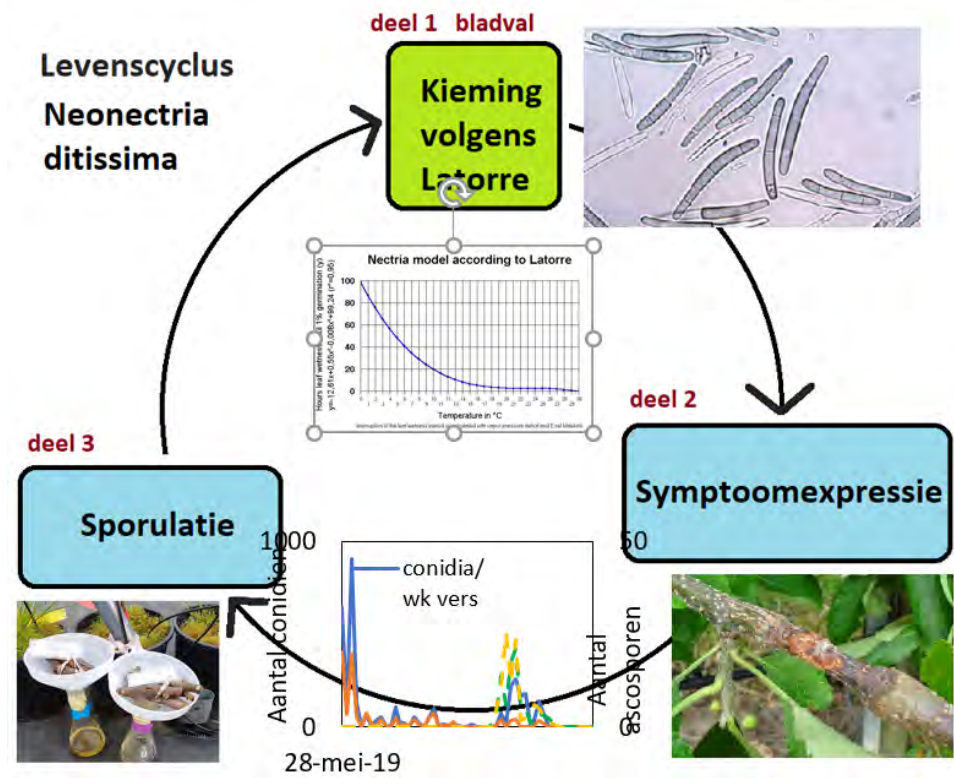
In het derde deel van het model wordt de sporulatie vanuit de nieuw ontstane *hot spots* berekend. Uit de trechterproef tijdens dit project waarin de sporulatie van afgeknipte takken met kankers is gevolgd, bleek dat uit verse kankers direct al grote aantallen conidiën vrijkomen. Daarom gaat het model ervan uit dat zodra een nieuwe *hot spot* verschijnt, daaruit meteen conidiën kunnen vrijkomen. Ascosporen werden in de trechterproef pas waargenomen in de winter. In het model wordt er voorlopig vanuit gegaan dat de vorming van ascosporen getriggerd wordt door lage temperaturen. Meer onderzoek naar de vorming en sporulatie van ascosporen is echter gewenst om deze hypothese te bevestigen en het model verder te verbeteren.

De dominante factor voor het vrijkomen van sporen is regen. Tijdens vorst en bij lange droge periodes in de zomer komen er geen sporen vrij.

Wanneer er vervolgens, na het vrijkomen van de sporen, goede omstandigheden voor kieming zijn en vatbare wonden zijn, begint de levenscyclus van de volgende generatie van de schimmel. In het model wordt de levenscyclus van de schimmel meerdere keren doorlopen. Dit kan relatief snel gaan, waardoor verschillende generaties van de schimmel naast elkaar voorkomen.

Voor het gebruik in de praktijk is het moment waarop er volgens het model nieuwe *hot spots* gaan verschijnen erg interessant. Dit geeft het moment aan waarop de percelen op mogelijke nieuwe aantasting dienen te worden gecontroleerd. Ook kan dit gebruikt worden om de timing van de rondes kanker knippen bij vatbare rassen te optimaliseren.

Validatie van het uitgebreide *Neonectria*-model in de praktijk is relatief eenvoudig. Wanneer tijdens een kanker ronde nieuwe aantasting gevonden wordt, kan de lengte van de lesie gemeten worden en samen met een foto daarvan worden doorgegeven. Deze gegevens kunnen gebruikt worden om het model nauwkeurig af te stellen op een bepaald ras of voor een specifiek perceel.



Figuur 34 schematische weergave van onderdelen van het waarschuwingsmodel BODATA.

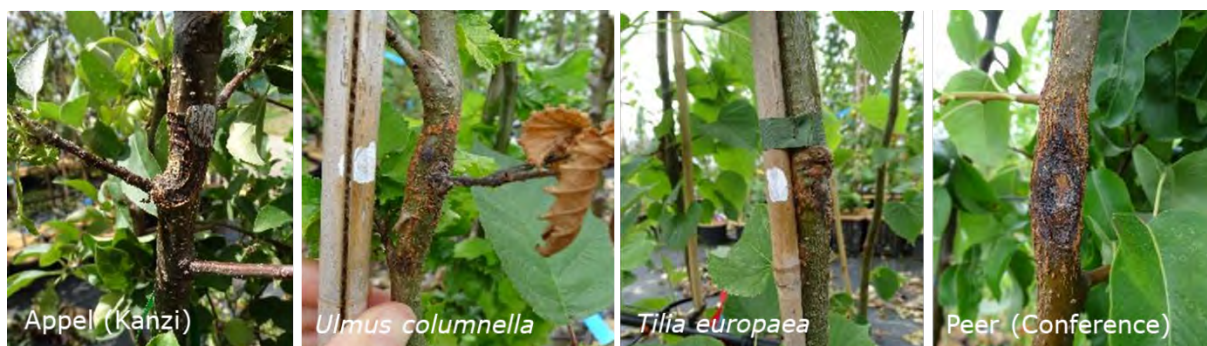
6 Samenvatting en aanbevelingen voor de praktijk

Vruchtboomkanker bij appel is een van de belangrijkste belangrijke schimmelziekte in gematigde klimaten, zoals Noordwest Europa: Ierland, Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland, Nederland, Frankrijk, Denemarken, Scandinavië. Tegenwoordig is het ook een belangrijkste ziekte in Brazilië, Chili en Nieuw Zeeland. Infecties leiden tot dode scheuten, takken en stammen; en uiteindelijk tot een dode boom. De schimmel produceert vanuit kankers de sporen: conidia en ascosporen. De verspreiding van sporen en de infectie vindt plaats tijdens regenachtig weer. Bladlittekens en bladwonden (herfst) zijn de belangrijkste invalspoorten voor de sporen. Maar ook andere wonden vatbaar voor infectie, zoals vorstscheuren, knopschubben en pluk- & snoeiwonden. Daarnaast kan de schimmel vruchtrot veroorzaken. Het risico op infectie van de verschillende wonden hangt af van de omstandigheden: o.a. temperatuur en regen/vocht. Het ontstaan van vruchtboomkanker in de boomgaard kan verschillende bronnen hebben: besmet plantmateriaal of via infectiebronnen: waardplanten in de omgeving of een naburige oude boomgaard met aangetaste bomen. Appelrassen verschillen in gevoeligheid voor vruchtboomkanker. Volledig resistente appelrassen zijn (nog) niet beschikbaar.

In het project werden 24 potentiële waardplanten (boomsoorten) in NL onderzocht. In de proeven werd onderzocht of deze soorten na besmetting met de schimmel ziek werden (kankers kregen). Daarnaast werd onderzocht wanneer de boom kankers kreeg, er ook sporen door de schimmel geproduceerd werd. Deze sporen kunnen dan mogelijk appelbomen besmetten als de boomgaard aan de windsingel grenst.

- De volgende boomsoorten bleken gevoelig voor vruchtboomkanker: peer, els, haagbeuk, hazelaar, beuk, ratelpopulier, zomereik en lijsterbes (figuur 36).
- Wanneer deze boomsoorten kankers ontwikkelen kunnen er sporen (conidiën) geproduceerd worden.
- Advies: Monitor windhagen en snoei kankers eruit. Verwijder het gesnoeide hout, en houd het weg van de boomgaard, zodat het geen bron meer kan zijn voor verspreiding.

Waardplanten



Figuur 36 aantastingen van vruchtboomkanker op verschillende waardplanten.

In project was de hele keten betrokken: het enthout, de onderstammen, de tweejarige plantbare bomen uit de vruchtboomkwekerij, de bewaring van het plantmateriaal en tot slot de boomgaard.

In het uitgevoerde onderzoek werden de ketenfasen vóór de boomgaardfase maar weinig infecties en aantastingen gevonden. Deze resultaten komen overeen met die van studies in Nieuw-Zeeland. Daar bleek dat minder dan 2% van de kankerinfecties voortkomt uit infecties via moedermateriaal. Infecties in de boomgaard bleken in Nieuw-Zeeland de grootste bron van de schimmel te zijn.

Maar: wees altijd alert op aantasting en risico (preventie):

- Moerbedden – onderstammenproductie
- Enthout
- Vruchtboomkwekerij
- Boomgaard

Vruchtboomkwekerij:

- Verwijder aangetaste bomen van het perceel.
- Vermijd handelingen die wonden kunnen veroorzaken aan de harttak.
- Blijf partijen monitoren bij planten en rooien en let daarbij voornamelijk op de aanwezigheid van wonden aan de onderste helft van de harttak.
- Verwijder aangetaste bomen voor opslag, door sortering uit de partij.

Boomgaarden:

Vruchtboomkanker verspreidt snel vanuit kankers (ziektebron). In algemene aanbevelingen:

- Verwijderen van kankers vermindert de ziektedruk.
- Snoei niet tijdens regen.
- Verwijder geïnfecteerde takken van het perceel.
- Laat deze niet op het perceel omdat ze een bron voor infectie blijven vormen.

Beheersmaatregelen:

- Verwijderen van inoculumbronnen.
 - Lente – verwijderen van nieuwe geïnfecteerde scheuten.
 - Zomer – verwijderen van nieuwe kankers.
 - Winter – Kleinere kankers kunnen volledig worden weggesnoeid. Grotere kankers op de stam kunnen worden uitgefreesd tot op het gezonde weefsel, en daarna met een wondafdekmiddel behandelen.



Gewasbescherming en middelen:

- Bespuitingen
 - Rond de bloei – bv Captan (vruchtrot)
 - Na de oogst – bv Captan (plukwonden)
 - Bladval – bv Captan; tebuconazool (folicur); Kalkmelk

Voor een effectief gebruik van middelen is een waarschuwingsmodel aan te bevelen: model vruchtboomkanker (RIMpro; BODATA) op het eigen bedrijf.

- Door preciezere timing kan het aantal mogelijke infecties verminderd worden, en kunnen beschikbare middelen effectief/effectiever worden ingezet.
- Het toepassen van een waarschuwingsmodel voor voorspellen hoog sporenriskico kan helpen bij het kiezen van een goed moment om te snoeien.
- Waarschuwingmodellen (zoals BODATA) zijn gebaseerd op: neerslag, temperatuur, percentage bladval (10%, 50%, 90%), sporenluchten.

7 Literatuur

- Elena, G., Groeneboom-de Haas, B.H., Houwers, I., de Lange, E., Schnabe, S.K. & Köhl, J. 2022. Systematic stepwise screening of new microbial antagonists for biological control of European canker. *Biological control*, 105009.
- Campbell, R. E., Chevalier, C. E., Touron, A., & Walter, M. (2018). The effect of nitrogen source on *in vitro* growth of *Neonectria ditissima* (European canker). *New Zealand Plant Protection*. 71: 180-188.
- Cooke, L.R., 1999. The influence of fungicide sprays on infection apple cv. Bramley's seedling by *Nectria galligena*. *European Journal of Plant Pathology* 105: 783-790.
- Crowdy, S.H., 1952. Observations on apple canker (*Nectria galligena*). IV. The infection of leaf-scars. *Ann. Appl. Biol.* 39:569-587.
- Deng, C. H., Scheper, R. W. A., Thrimawithana, A. H., and Bowen, J. K. (2015). Draft Genome Sequences of Two Isolates of the Plant Pathogenic Fungus *Neonectria ditissima* That Differ in Virulence. *Genome Announc.* 3, e01348-15.
- Dryden, G., Nelson, M., Smith, J., & Walter, M. (2016). Postharvest foliar nitrogen applications increase *Neonectria ditissima* leaf scar infection in apple trees. *New Zealand Plant Protection*. 69: 230-237.
- Dubin, H.J., English, H., 1974. Factors affecting apple leaf scar infection by *Nectria galligena* conidia. *Phytopathology* 64: 1201-1203.
- Garkava-Gustavsson, Zborwska, A., Sehic, J., Rur, M., Nybom H., Englund, J.-E., Lateur, M., Weg, van de E., Holfors, A., 2013. Screening of apple cultivars for resistance to European canker, *Neonectria ditissima*. *Acta Hort.* 976: 529-536. (Proc. of the 13th Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics).
- Ghasemkhani, M., Liljeroth, E., Sehic, J., Zborowska, A., & Nybom, H. (2015) Cut-off shoots method for estimation of partial resistance in apple cultivars to fruit tree canker caused by *Neonectria ditissima*. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 65:5, 412-421.
- Ghasemkhani, M., Holfors, A., Marttila, S., Dalman, K., Zborowska, A., Rur, M., Rees-George, J., Nybom, H., Everett, K.R., Scheper, R.W.A., & Garkava-Gustavsson, L. (2016). Real-time PCR for detection and quantification, and histological characterization of *Neonectria ditissima* in apple trees. *Trees*, published online 20 January 2016, DOI 10.1007/s00468-015-1350-9.
- Gomez-Cortecero, A., Harrison, R.J., and Armitage, A. D. (2015). Draft Genome Sequence of a European Isolate of the Apple Canker Pathogen *Neonectria ditissima*. *Genome Announc.* 3, 10-11.
- Latorre, B.A., Rioja, M.E., Lillo, C., Muñoz, M., 2002. The effect of temperature and wetness duration on infection and a warning system for European canker (*Nectria galligena*) of apple in Chile. *Crop Prot.* 21: 285-291.
- McCracken, A. R., Berrie, A., Barbara, D. J., Locke, T., Cooke, L. R., Phelps, K., Swinburne, T. R., Brown, A. E., Ellerker, B., & Langrell, S. R. H. 2003. Relative significance of nursery infections and spread of apple canker (*Nectria galligena*) in young orchards. *Plant Pathology*, 52(5): 553-566.
- Olivieri, L., Saville, R. J., Gange, A. C., & Xu, X. 2021. Limited asymptomatic colonization of apple tree shoots by *Neonectria ditissima* following infection of leaf scars and pruning wounds. *Plant Pathology*. 70(8): 1838-1849.
- Plante, F., Hamelin, R.C., and Bernier, L. (2002). A comparative study of genetic diversity of populations of *Nectria galligena* and *N. coccinea* var. *faginata* in North America. *Mycol. Res.* 106, 183-193.
- Scheer van der, H.A.TH., 1980. Kanker bij vruchtbomen. Mededeling nr. 18, december 1980. Proefstation voor de Fruitteelt, Wilhelminadorp (Goes).
- Talgø, V., Bente Brurberg, M.B., Stensvand, A., 2011. *Neonectria*-canker on trees in Norway. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* Vol. 4(9): 252-255.
- Vorster, L., Butler, R. C., Turner, L., Patrick, E., Campbell, R. E., Orchard, S., & Walter, M. (2021). The effect of nitrogen source and quantity on disease expression of *Neonectria ditissima* in apple. *New Zealand Plant Protection*. 74(2S): S20-S33.
- Walter, M., Glaister M.K., Clarke N.R., Lutz von, H., Eld, Z., Amponsah, N.T., Shaw, N.F., 2015. Are shelter belts potential inoculum sources for *Neonectria ditissima* apple tree infections? *New Zealand Plant Protection* 68: 227-240.
- Weber, R.W.S. (2014). Biology and control of the apple canker fungus *Neonectria ditissima* (syn. *N. galligena*) from a Northwestern European perspective. *Erwerbs-Obstbau*, 56, 95-107.
- Wenneker, M., de Jong, P. F., Joosten, N. N., Goedhart, P. W., & Thomma, B. P. H. J. 2017. Development of a method for detection of latent European fruit tree canker (*Neonectria ditissima*) infections in apple and pear nurseries. *European Journal of Plant Pathology*. 148(3): 631-635.
- Xu, X-M., Butt, D.J., Ridout, M.S., 1998. The effects of inoculum dose, duration of wet period, temperature and wound age on infection by *Nectria galligena* of pruning wounds on apple. *European Journal of Plant Pathology* 104: 511-519, 1998.

8 Project-output

Vakblad-artikelen

Harteveld, D., De Jong, P-F, 2019. Zijn windhagen de boosdoener? *Fruitteelt* 5: 8-9.

Harteveld, D., De Jong, P-F, 2019. Vruchtboomkanker kan zich in diverse boomsoorten ontwikkelen. *De Boomkwekerij* 6: 20-21.

Wenneker, M., Harteveld, D., 2020. Vruchtboomkanker – van uitgangsmateriaal tot boomgaard. *Fruitteelt* 16: 9.

Poldervaart, G., Wenneker, M., 2022. Bestrijding vruchtboomkanker steeds lastiger. *European Fruit Magazine (EFM)* 2022-2: 10-11.

Presentaties

Harteveld, D., 2021. Presentatie aan meerdere groepen telers over het onderwerp "Integrale aanpak vruchtboomkanker" op de NFO-bijeenkomst 7 juli 2020 Proeftuin Randwijk.

Harteveld, D., Wenneker, M., 2021. Presentatie "Integrale aanpak vruchtboomkanker" voor vruchtboomkwekers (Elite), 15 september 2020, Randwijk.

Harteveld, D., 2021. Managing *Neonectria ditissima* at high risk steps in the chain from tree nursery to fruit growing in the Netherlands. Presentatie: 4th International Workshop on European Fruit Tree Canker and Resilient Orchards. 1-5 November 2020, Plant & Food Research, New Zealand.

Boshuizen, A., 2021. Modelling *Neonectria ditissima*, causal agent of European Fruit Tree Canker. Presentatie: 4th International Workshop on European Fruit Tree Canker and Resilient Orchards. 1-5 November 2020, Plant & Food Research, New Zealand.

Wetenschappelijke artikelen

Dalphy Harteveld, Peter Frans de Jong and Marcel Wenneker, 2020. Managing *Neonectria ditissima* at high risk steps in the chain from tree nursery to fruit growing in the Netherlands. *Book of Abstracts: 4th International Workshop on European Fruit Tree Canker and Resilient Orchards*. 1-5 November 2020, Plant & Food Research, New Zealand.

Elena, G., Groeneboom-de Haas, B.H., Houwers, I., de Lange, E., Schnabe, S.K. & Köhl, J. 2022. Systematic stepwise screening of new microbial antagonists for biological control of European canker. *Biological control*, 105009.

Overige communicatie

<https://test.nfofruit.nl/nieuws/onderzoek-naar-waardplanten-vruchtboomkanker/>

<https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/Integrale-ketenaanpak-vruchtboomkanker-in-de-vruchtboomkwekerij.htm>

De Jong, P-F., 2018. PPS Integrale aanpak vruchtboomkanker. Kennisdag 29 november 2018 voor fruittelers, adviseurs, boomkwekers, handel en gewasbeschermingsindustrie.

De Jong, P-F, 2018. PPS Integrale aanpak vruchtboomkanker Cultuurgroep vruchtboomkwekerij 20 december 2018 voor vruchtboomkwekers.

De Jong, P-F, 2018. Presentatie: PPS Ketenaanpak Vruchtboomkanker op 10 september 2018 voor Elite vruchtboomkwekers en Naktuinbouw.

De Jong, P-F., 2019. Presentatie: PPS Integrale aanpak vruchtboomkanker Kanzi Bijeenkomst 12 november 2019 fruittelers, adviseurs, boomkwekers, handel en gewasbeschermingsindustrie.

De Jong, P-F., 2019. Presentatie: PPS Integrale aanpak vruchtboomkanker Kennisdag 28 november 2019 demonstratietafel fruittelers, adviseurs, boomkwekers, handel en gewasbeschermingsindustrie.

Harteveld, D., 2020. Presentatie aan verschillende groepen telers over het onderwerp "Integrale aanpak vruchtboomkanker" op de NFO-bijeenkomst 7 juli 2020 Proeftuin Randwijk.

Harteveld, D., Wenneker, M., 2020. Presentatie "Integrale aanpak vruchtboomkanker" voor vruchtboomkwekers (Elite), 15 september 2020, Randwijk.

Harteveld, D., 2020. Managing *Neonectria ditissima* at high risk steps in the chain from tree nursery to fruit growing in the Netherlands. Presentatie: 4th International Workshop on European Fruit Tree Canker and Resilient Orchards. 1-5 November 2020, Plant & Food Research, New Zealand.

Boshuizen, A., 2020. Modelling *Neonectria ditissima*, causal agent of European Fruit Tree Canker. Presentatie: 4th International Workshop on European Fruit Tree Canker and Resilient Orchards. 1-5 November 2020, Plant & Food Research, New Zealand.

Wenneker, M., 2021. Vruchtboomkanker – beheersen vanuit uitgangsmateriaal tot boomgaard. Nederlandse Fruittelers Organisatie (NFO) Kennisdag Webinar 2021: 18 november 2021.

Teeffelen, W., Wenneker, M., 2021. Vruchtboomkanker: alert op wonden op stammen.
<https://www.gfactueel.nl/Fruit/Nieuws/2021/11/Vruchtboomkanker-alert-op-wonden-op-stammen-822140E/>

Disco, A., Wenneker, M., 2021. Verminder druk vruchtboomkanker. 20 november 2021 (nieuwsbrief 2021-46) <https://www.fruitteeltonline.nl/verminder-druk-vruchtboomkanker>.

<https://test.nfofruit.nl/nieuws/onderzoek-naar-waardplanten-vruchtboomkanker/>

Bijlage 1 Presentatie kennis-dag 2021

Vruchtbomkanker – beheers vanuit uitgangsmateriaal tot boomgaard

18 november 2021
Marcel Wanneker & Dalphy Harkzeuld

WAGENINGEN TOPICTOR nlo

Integrale ketenaanpak om problemen met vruchtbomkanker op te lossen

Elke schakel moet handvatten krijgen om relevante risicofactoren te verminderen

- Enthout
- Onderstammen
- 2-jarige bomen
- Bewaarfase van bomen
- Fruitteiler - boomgaard

WAGENINGEN

Vruchtbomkanker bij appel (*N. ditissima*)

- Belangrijke schimmelziekte in gematigde klimaten:
 - Hoofzweer (Europa: Italië, UK, België, Duitsland, Nederland, Frankrijk, Zwitserland, Spanje, België)
 - Meer recent: Brazilië, Chili, Nieuw-Zeeland
- Infecties leiden tot dode scheuten, takken en stammen; en uiteindelijk tot een dode boom.
- De schimmel produceert vanuit kankers de sporen: conidia and ascosporen.
- De verspreiding van sporen en de infectie vindt plaats tijdens regenachtig weer.
- Bladlittekens en bladwonden (herfst) zijn de belangrijkste invalsporen voor de sporen.

WAGENINGEN

Levenswijze schimmel *Neovectria ditissima*

- *N. ditissima* verspreidt zich in de boomgaard via sporen op geïnfecteerd hout (kankers).
- Conidia (sporevorm): ascosporen (perithecia).
- Alle wonden zijn in principe vatbaar:
 - Wondschuren, insectschade, plak- & snoeiwonden, bladkankers.
- Het risico op infectie van de verschillende wonden hangt af van de omstandigheden: o.a. temperatuur en regen/vocht.
- Het ontstaan van vruchtbomkanker in de boomgaard:
 - Plantenstof
 - Infectiebronnen: waardplanten, oude boomgaard

WAGENINGEN

Kankers: sporodochia en conidia

WAGENINGEN

Kankers: perithecia en ascosporen

WAGENINGEN

Rubens (volwassen aanplant)

WAGENINGEN

Elstar (volwassen aanplant)

WAGENINGEN

Elstar (2de groei-jaar)

WAGENINGEN

Vatbaarheid van appelrassen

- Appelrassen: resistent – vatbaar.
- Volledig resistente appelrassen zijn (nog) niet beschikbaar.
- Toetsmethoden voor vatbaarheid zijn beschikbaar.
- Optimalisatie van toetsmethoden vindt plaats.

WAGENINGEN

Vatbaarheid van appelrassen - bladlittekens

Infectie via bladlittekens: grote verschillen in vatbaarheid tussen appelrassen

WAGENINGEN

Vatbaarheid van appelrassen - kankergroei

Van resistent ras kan je nu vatbaar maken; een vatbaar ras niet resistent...

WAGENINGEN

Waardplanten – infectiebronnen

- 24 potentiële waardplanten (boomsorten) in NL geïdentificeerd.
- Infectieproeven van de appelschimmel (*Neovectria*) op deze waardplanten 2018, 2019 en 2020.
- Conclusie:
 - Wordt de boom ziek (kankers)?
 - En als de boom ziek wordt: krijg je dan ook sporen?

WAGENINGEN

Symptomen in verschillende boomsoorten

WAGENINGEN

Andere waardplanten dan appel

- De volgende boomsoorten zijn gevoelig voor vruchtbomkanker: peer, els, haagbeuk, hazelaar, beuk, ratelpopulier, zomereik en lijsterbes.
- Wanneer deze boomsoorten kankers ontwikkelen kunnen er sporen (conidien) geproduceerd worden.
- Monitor windhagen en snoei kankers eruit, en verwijder het hout weg van de boomgaard, zodat het geen bron meer kan zijn voor verspreiding.

WAGENINGEN

Beheersing van vruchtbomkanker

- Wees altijd alert op aantasting en risico (preventie)
 - Enten en oculatrehout
 - Vruchtbomkwekerij
 - Boomgaard
- Vruchtbomkanker verspreidt snel vanuit kankers (zijkankers). Verwijderen van kankers vermindert de ziektedruk.
- Snoei niet tijdens regen.
- Verwijder geïnfecteerde takken van het perceel. Laat deze niet op het perceel omdat ze een bron voor infectie blijven vormen.

WAGENINGEN

Vruchtbomkwekerij

- Verwijder aangetaste bomen van het perceel.
- Vermijd handelingen die wonden kunnen veroorzaken aan de hartak.
- Blijf partijen monitoren bij planten en roeien en let daarbij voornamelijk op de aanwezigheid van wonden aan de onderste helft van de hartak.
- Bewaren van plantmateriaal:
 - Geen bomen met zichtbare symptomen van vruchtbomkanker in de bewaarcel.

WAGENINGEN

Beheersmaatregelen

- Verwijderen van inoculumbronnen.
 - Lente – verwijderen van nieuw geproctoreerde scheuten.
 - Zomer – verwijderen van nieuw kankers
 - Winter – snoeien kankers kunnen volledig worden weggesnoeid. Grote kankers op de stam kunnen worden afgezaagd en op het perceel verwijderd, en afgevoerd met een verbrandingsinstallatie behandeld.
- Bespuitingen
 - Hout op steel
 - Capten (vriestijd)
 - Digt
 - Capten (plukwouden)
 - Bladdek
 - Spuitmethode:
 - Capten
 - Kalkmest

WAGENINGEN

Effectief gebruik van GBM-middelen

- Bespuitingen tegen vruchtbomkanker.
- De bestrijding van vruchtbomkanker is het belangrijkste op twee momenten:
 - Bespuitingen met captan vanaf einde bloei (afloei) zijn belangrijk voor de bestrijding van neuroot appels.
 - Tijdens de bladvalperiode (en na de pluk) zijn bespuitingen met captan noodzakelijk en daarnaast mogelijk aanvulling met tebuconazool (Folcur).

WAGENINGEN

Effectief gebruik middelen: waarschuwingmodel

- Waarschuwingmodel vruchtbomkanker (RMpro; BODATA) op het eigen bedrijf
- Door precieze timing kan het aantal mogelijke infecties verminderd worden, en kankers beslechten en minder afvalstoffen worden geproduceerd.
- Het bespuiten van het vruchtbomkanker moet voortdurend bezig aanhouden van het begin tot het einde van het groeiperiode om te winnen.
- Waarschuwingmodel (zoals BODATA) zijn gebaseerd op: meting, temperatuur, percentage bladval (10%, 50%, 90%), sporenvluchten.

WAGENINGEN

Overkappen van bomen

Belastingen:
1. Oudekandeld (schimmel) (kankers uitbagen)
2. Capten (Inspar 20, 2.5 kg/1000l) | schimmel
3. Overkappen | schimmel
4. Overkappen | schimmel (2019-20)

WAGENINGEN

Inoculeren door takken met kankers boven bomen te bagen
Inoculeren door sporen-oplossing op de boom te spuiten

Samenvattend

- De infectie van appelbomen met vruchtbomkanker wordt bepaald door de aanwezigheid van sporen, vocht en wondjes.
- Infectie vindt plaats wanneer conidien of ascosporen (vanuit kankers) op wondjes terecht komen. Dit kunnen bladlittekens zijn in de herfst, snoeiwonden en plukwonden.
- Conidien worden op korte afstand verspreid (binnen een boom), ascosporen over grotere afstand (boomgaard).
- Een aantal boomsoorten, waaronder lijsterbes, beuk, kunnen aangetast worden door *Neovectria ditissima* en mogelijk een bron van infectie vormen voor appelbomen.
- Beheersing:
 - verwijderen inoculumbronnen (kankers)
 - bespuitingen
 - geen vatbare appelrassen planten

WAGENINGEN

Preventie gefaciliteerd door: Topactur
Tardus & bijgangsmateriaal, halsdierboom,
vermeerderegenstralen, Fruitmalers,
Frutmalers (NPO) en boomkwekers (3/18)

Bedankt voor uw aandacht

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Correspondentieadres voor dit rapport:
Wageningen University & Research
Postbus 16
6700 AA Wageningen
Nederland
T +31 (0)317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-OT-1004

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
