



Actualisatie teeltvoorschriften wratziekte

Inventarisatie expert-kennis op basis van interviews

Auteurs | R. Peters, P. Kromann

WPR-OT-1093



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Actualisatie teeltvoorschriften wratziekte

Inventarisatie expert-kennis op basis van interviews

R. Peters, P. Kromann

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten, in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema Fytosanitair (projectnummer BO-43-102.04-001).

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

Wageningen, mei 2024

Rapport WPR-OT-1093

R. Peters, P. Kromann, 2024. *Actualisatie teeltvoorschriften wratziekte; Inventarisatie expert-kennis op basis van interviews*. Wageningen Research, Rapport WPR- OT-1093. 23 blz.; 0 fig.; 0 tab.; 8 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/656721>

Trefwoorden: *teeltvoorschriften, wratziekte*

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 – 291 111; 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 fotokopieën, 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-1093

Foto omslag: WUR Biointeracties & Plantgezondheid

Inhoud

Dankwoord	5
Samenvatting	6
1 Inleiding	7
1.1 Probleemstelling	7
1.2 Leeswijzer	8
2 Huidige wet- en regelgeving	9
2.1 EU Uitvoeringsverordening (2022/1195)	9
2.2 Nationale regelgeving wratziekte	9
2.3 Gebiedshandhaving NVWA	10
3 Recente kennisontwikkeling genetica, virulentie en detectie van wratziekte	11
3.1 Beschikbare genetische sequenties	11
3.2 Inzicht in genetische diversiteit	11
3.3 Bruikbaarheid huidige systematiek pathotypen	12
3.4 Resistenties tegen het nieuwe pathotype 38	13
3.5 Ontwikkelingen o.g.v. moleculaire detectie en biotoetsen	13
3.6 Fenotypische verschillen tussen pathotypen	14
4 Verspreiding van wratziekte	15
4.1 Aardappelen (wratweefsel, organische reststromen)	15
4.2 Grond	16
4.3 Wind	16
4.4 Water	17
5 Zorgen en suggesties	18
5.1 Zorgen	18
5.2 Suggesties	18
5.2.1 Maatregelen/onderzoek van doorlopend belang	19
5.2.2 Maatregelen/onderzoek waaraan wordt gewerkt in de PPS 'Grip op Wratziekte'	19
5.2.3 Maatregelen/onderzoek t.b.v. gebiedsgerichte aanpak	19
5.2.4 Aanvullende maatregelen/onderzoek	20
6 De 1 km radius regel	21
Literatuur	22

Dankwoord

Dit rapport is mede tot stand gekomen door de input van experts uit verschillende gebieden van onderzoek náár en beheersing ván wratziekte. De auteurs willen de geïnterviewden van de volgende organisaties bedanken voor hun input en medewerking:

Agrifirm, Avebe/Averis, het Hildebrands Laboratorium (HLB), de Nederlandse Voedsel- en Waren Autoriteit (NVWA), Wageningen University & Research (afdelingen Biointeracties & Plantgezondheid en Meteorologie en Luchtkwaliteit).

Samenvatting

Het huidige teeltvoorschrift voor wratziekte stamt uit 1990. In deze teeltvoorschriften staat onder andere dat voor wratziekte pathotype 18 een zogenaamd wratziekte-kerngebied moet worden ingericht met een radius van 1 km. Verschillende ontwikkelingen hebben aanleiding gegeven om te overwegen of het teeltvoorschrift voor wratziekte (en in het bijzonder de 1 km radius regel) geactualiseerd dient te worden. Deze ontwikkelingen zijn de volgende: (1) Toegenomen gebruik van groenbemesters/rustgewassen, (2) weinig (partieel resistente rassen tegen nieuw pathotype 38, (3) nieuwe Europese richtlijn quarantaineorganismen (Uitvoeringsverordening (EU) 2022/1195) welke specifiek stelt dat een bufferzone dient te worden ingesteld gebaseerd op de wetenschappelijke kennis van de biologie van het organisme.

In recente jaren (2018/2019) is veel moleculair (genetisch) onderzoek verricht aan *Synchytrium endobioticum*, de veroorzaker van wratziekte. Zo is de genetische diversiteit en populatiestructuur, alswel als een aantal avirulentie- (Avr) en resistentie- (R) genen in kaart gebracht. Hieruit blijkt onder meer dat door selectiedruk de virulente van wratziekte-isolaten kan toenemen, en dat op basis van de mogelijke combinaties van virulentiegenen er veel meer mogelijke pathotypen zijn dan de momenteel gehanteerde 40. Op het vlak van moleculaire detectie wordt er gewerkt aan moleculaire pathotypering (het bepalen van het pathotype op basis van genetische informatie. Hiervoor wordt onder andere samengewerkt met een Canadese onderzoeksgroep op het gebied van een 'machine learning tool', die het moleculair pathotyperen op termijn zal vergemakkelijken. Kortom, er is in recente jaren veel moleculair onderzoek verricht aan wratziekte waardoor er veel kennis over het organisme is bijgekomen. Met name voor moleculaire detectie en pathotypering blijft dit type onderzoek echter nodig om ook in de toekomst wratziekte het hoofd te kunnen bieden.

Wat betreft de verspreiding van wratziekte via aardappels (inclusief gewasresten) en grond zijn met name de kopakkers, waarop de geogst aardappels vaak van verschillende percelen op hopen worden gelegd voor het ophalen, een aandachtspunt. De kennis van verspreiding van wratziekte via de wind is beperkt, maar speelt waarschijnlijk een kleine rol aangezien het grote aantal omstandigheden dat gunstig moet zijn voor verspreiding buiten de 1 km radius. Over de verspreiding via water en waterwegen is weinig bekend, maar er zijn wel veel zorgen over omdat rustsporen van wratziekte in water zeer lang vitaal kunnen blijven. In hoeverre deze rustsporen, al dan niet met het schone van de sloten, via sedimenten of irrigatie op akkers terechtkomen is niet bekend. De bevraagde experts zouden graag zien dat de mogelijke verspreiding van wratziekte via wind en water verder wordt uitgezocht en geven aan dat moleculair onderzoek (pathotypering en detectie) een doorlopend aandachtspunt blijft. Daarnaast dragen zij verschillende suggesties aan voor aanvullende beheersingsstrategieën, waaronder de rol van niet-aardappel waardplanten en de inzet van (zeer) zwak vatbare aardappelrassen. Deze laatste twee punten krijgen ook aandacht in de PPS 'Grip op Wratziekte'. De bevraagde experts pleitten ook voor een meer gebiedsgerichte aanpak (in plaats van een perceel specifieke aanpak, red.).

De 1 km radius blijkt niet wetenschappelijk onderbouwd te zijn, en is ten tijde van de eerste introductie van het destijds nieuwe pathotype 18 ingevoerd om een snelle verspreiding te kunnen beperken. Dat had tot gevolg dat de focus op de directe omgeving van nieuwe besmettingen kwam te liggen.

Momenteel is er behoefte aan een wetenschappelijke onderbouwing voor de 1 km radius, en daardoor behoefte aan inzicht over de verspreidingsparameters binnen de verschillende kanalen (aardappelen, grond, water en wind). In afwachting van inzichten over de verspreiding via bovengenoemde kanalen, kan volgens de experts uit voorzorg de 1 km radius regel het beste gehandhaafd blijven.

1 Inleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het beleidsondersteunende onderzoek (BO), als deel van het project 'Actualisatie teeltvoorschriften akker- en tuinbouw' (BO-43-102.04-001). Het onderzoek draagt bij aan het Meerjarige Missiegedreven InnovatieProgramma (MMIP) A2: Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater. Voor de teeltvoorschriften is het van belang dat deze actueel en handhaafbaar zijn en dit ook blijven. Gezien de wijzigingen in het gewasbeschermingsmiddelenpakket en nieuwe mogelijkheden van bestrijding worden jaarlijks door de directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit (PAV), de directie Strategie, Kennis & Innovatie (SK&I) en de Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit (NVWA) bepaald welke teeltvoorschriften nadere actualisaties behoeven. Daarbij wordt met name vanuit de signalen uit de teeltpraktijk en de handhaving gekeken naar gewenste actualisaties.

1.1 Probleemstelling

Het huidige Teeltvoorschrift voor wratziekte stamt uit 1990. Dit teeltvoorschrift is destijds opgesteld, omdat de Nederlandse telers de regels omtrent het onder controle houden van wratziekte vanuit de Europese Commissie niet voldoende vonden. Het ministerie van LNV is nu verantwoordelijk voor de geldende teeltvoorschriften Akker- en tuinbouw. Controle, toezicht op de naleving en handhaving van deze voorschriften wordt uitgevoerd door de NVWA en de toezichthouders (in opdracht van de NVWA). Voor de teeltvoorschriften is het van belang dat deze actueel en handhaafbaar blijven. Gezien recente ontwikkelingen op het gebied van het bodembeheer van akkers, toename van moleculaire/fysiologische kennis op het gebied van wratziekte en de introductie van een nieuw pathotype van wratziekte in Nederland is het Teeltvoorschrift Wratziekte mogelijk aan actualisatie toe.

In het Teeltvoorschrift Wratziekte zijn gebieden aangewezen waarbinnen -afhankelijk van het teeltdoel- geen aardappelrassen verbouwd mogen worden met een resistentieniveau lager dan 5 of 6.

Voor de oudere wratziekte fysio's (1, 2 en 6) zijn voldoende aardappelrassen met een resistentieniveau van 6 of hoger beschikbaar, zodat grote gebieden zijn aangewezen en de teelt van (zetmeel)aardappelen ook binnen deze zogenoemde wratziektepreventiegebieden gecontinueerd kan worden. Bij fysio 18 zijn zogenoemde kerngebieden vastgesteld. Tegen dit fysio zijn minder voldoende resistente rassen beschikbaar voor de verschillende teeltdoelen en is het aantal vondsten laag, hetgeen reden is geweest om deze gebieden te beperken tot 1 km rondom besmette percelen waarbinnen alleen (partieel)resistente aardappels geteeld mogen worden.

Er zijn drie belangrijke veranderingen die aanleiding geven om te overwegen of de geldende teeltvoorschriften m.b.t. wratziekte geactualiseerd moeten worden:

1. In het huidige beleid (7^e actieprogramma Nitraatrichtlijn) wordt er in sterk toegenomen mate gebruik gemaakt van de teelt van groenbemesters als rust- en vanggewas. Het inzaaien van een vanggewas voor het vastleggen van niet door het aardappelgewas gebruikte stikstof is sinds 2021 verplicht. Het zaaien van een verplicht vanggewas, alsmede de teelt van groenbemesters en rustgewassen kan een invloed hebben op de vermeerdering en verspreiding van wratziekte.
2. In geval van besmetting met het recent vastgestelde fysio 38 zijn voorsnog slechts zeer weinig (partieel) resistente rassen beschikbaar. Indien hier eenzelfde gebied wordt afgebakend als bij fysio 18, zullen de factoren in een gebied van ca. 314 ha rondom elke besmetting nauwelijks aardappels kunnen worden geteeld.
3. De Europese Richtlijn 69/464/EEG aangaande 'schadelijke' organismen (quarantaineorganismen) is sinds 11 juli 2022 veranderd in 'Uitvoeringsverordening (EU) 2022/1195'.

Deze nieuwe verordening geeft specifiek aan (Artikel 5, lid 2) dat de afbakening van het besmette gebied en de bufferzone gebaseerd dient te zijn op wetenschappelijke kennis met betrekking tot de biologie van het organisme.

De overweging of actualisatie van dit teeltvoorschrift gewenst is gebeurt op basis van expertkennis welke door middel van interviews is verzameld. De vragen uit de interviews zijn telkens afgestemd op het kennisgebied van de expert in kwestie (bijvoorbeeld genetica, teelt in de praktijk of verwerking van aardappelen).

1.2 Leeswijzer

De probleemstelling is uitgewerkt in de volgende onderdelen:

Hoofdstuk 2 geeft een beknopte beschrijving van de huidige wet- en regelgeving rondom wratziekte. In hoofdstuk 3 wordt beschreven wat er in recente jaren aan kennis over de genetica en monitoring van wratziekte bekend is geworden, en hoe deze kennis op termijn in diagnostiek en veredeling kan worden toegepast. Hoofdstuk 4 behandelt de mogelijke verspreidingsroutes van wratziekte (aardappelen, grond, wind en water). Hoofdstuk 5 behandelt de zorgen en suggesties voor aanvullend onderzoek door de experts. Hoofdstuk 6 gaat verder in op de 1-km radius regel.

2 Huidige wet- en regelgeving

2.1 EU Uitvoeringsverordening (2022/1195)

Deze uitvoeringsverordening vervangt vanaf 11 juli 2022 de bestrijdingsrichtlijn voor wratziekte uit 1969 (69/464/EEG).

Uit deze verordening is in het bijzonder artikel 5 'Instelling van afgebakend gebieden', lid 2 van betrekking op het voorliggende vraagstuk:

"2. Het afgebakende gebied bestaat uit:

a) een besmette zone, die ten minste de als besmet aangemerkte productielocatie omvat, en

b) een bufferzone, die de besmette zone omringt.

De afgrenzing van de in de eerste alinea, punt b), bedoelde bufferzone wordt gebaseerd op deugdelijke wetenschappelijke principes, de biologische eigenschappen van het gespecificeerde plaagorganisme, de mate van besmetting, het aandeel en de teeltfrequentie van nader omschreven planten in het betrokken gebied, de milieu- en geografische omstandigheden, en het specifieke risico op verspreiding van rustsporen."

Verder stelt de nieuwe uitvoeringsverordening de Glynne-Lemmerzahl biotoets verplicht als methode voor het bepalen van de voor de Unie relevante pathotypen, namelijk: 1 (D1), 2 (G1), 6 (O1), 18 (T1) en 38 (Nevşehir).

De Spieckermann biotoets is toegestaan voor het bepalen van de resistentie van rassen.

2.2 Nationale regelgeving wratziekte

De huidige nationale regelgeving wratziekte is opgenomen in de 'Regeling plantgezondheid' welke is ingegaan op 1 maart 2021. De regelgeving omtrent wratziekte is beschreven in artikel 15 t/m 18:

Artikel 15: Definities

Artikel 16:

- Het is verboden op terreinen, waar wratziekte dreigt op te treden en die door de minister op basis van artikel 8 van de wet als zodanig zijn aangewezen, aardappelen te telen.
- Het verbod, bedoeld in het eerste lid, geldt niet voor aardappelen behorende tot resistente rassen, voor zover de minister die rassen voor de bedoelde terreinen heeft aangewezen.
- De minister wijst voor de in het eerste lid bedoelde terreinen als resistente rassen slechts aan aardappelrassen die op een besmetting met het fyso van de schimmel, dat op die terreinen wratziekte dreigt te veroorzaken, zodanig reageren dat geen secundaire besmetting is te verwachten.
- Het besluit, bedoeld in het eerste lid, wordt gepubliceerd in de Staatscourant.

Artikel 17:

- De teelt van aardappelen in tuinen kan door de minister worden beperkt tot resistente aardappelrassen die bij besluit door de minister worden aangewezen.
- Voor de toepassing van het eerste lid wordt verstaan onder tuin: een stuk grond in gebruik, anders dan ter uitoefening van de land- of tuinbouw als bedrijf, bij één persoon of bij meer personen die de teelt gezamenlijk uitoefenen.
- Het besluit, bedoeld in het eerste lid, wordt gepubliceerd in de Staatscourant.

Artikel 18: In dit artikel staan middels verwijzingen naar verschillende bijlagen (bijlage 3 t/m 5) aangegeven welke wratziekte kern- en preventiegebieden er momenteel zijn. Tevens bevinden zich in deze bijlagen de rassenlijsten per gebied en, mits van toepassing, per productiedoeleinde.

2.3 Gebiedshandhaving NVWA

Wratziekte-kerngebied: De kerngebieden (o.b.v. straal 1 km) zijn ingesteld n.a.v. vondsten van **pathotype 18**. In de kerngebieden (die binnen de preventiegebieden liggen) mogen alleen rassen geteeld worden die (partieel) resistent zijn (resistentiecijfers 6-10) tegen de pathotypen 2/6 en 18 (lijst T). Op het perceel waarop de besmetting is aangetroffen mogen géén aardappels worden verbouwd totdat de besmetting aantoonbaar gedaald is tot <1 sporangia per gram grond.

Bij het in kaart brengen wordt het nieuwe kerngebied (met een straal van 1 km rond het centrum van de besmetting) afgebakend en ingetekend langs vaste herkenningpunten (wegen, vaarten). Dat gebied wordt dan opgenomen in de Regeling plantgezondheid.

De NVWA wil samen met de sector tot afstemming komen over het nut en de noodzaak van een (nationaal) kerngebied in relatie met de reeds in de nieuwe uitvoeringsverordening opgenomen verplichte bufferzone.

Wratziekte-preventiegebied: De preventiegebieden zijn **eenmalig** vastgesteld n.a.v. de vondsten van pathotypen 2/6. De telers vonden de toenmalige Europese voorschriften onvoldoende. Omdat er voldoende (partieel) resistente rassen tegen pathotypen 2/6 zijn (Lijst O) hoeft dan niet bij elke vondst weer iets worden afgebakend. Ook zorgt dit voor het uitfasen van, voor wratziekte, vatbare zetmeelrassen.

Bufferzone: Terrein of terreinen, grenzend aan het besmette perceel, worden na het vaststellen van de besmetting aangewezen als buffer, tenzij er sprake is van een natuurlijke of vaste begrenzing.

3 Recente kennisontwikkeling genetica, virulentie en detectie van wratziekte

3.1 Beschikbare genetische sequenties

In 2018 en 2019 zijn respectievelijk de mitochondriale genomsequentie (van de Vossen et al., 2018), en de genomsequentie (van de Vossen, Warris, et al., 2019) van wratziekte bepaald. De sequentiebepaling en annotatie van dit genoom hebben veel inzicht gegeven in de evolutie en levenswijze, met betrekking tot zowel het mobiele stadium (zoösporen) als de obligate biotrofe aard van wratziekte.

Er is ook naar het functionele deel van het genoom gekeken, de avirulentiegenen (Avr) zijn geïdentificeerd en geïndexeerd. Het was voorheen onduidelijk of een dergelijke interactie (Avr-genen en R-genen) bestond voor wratziekte, maar dat is nu aangetoond. Verder is het Avr-Sen1-gen gekloond en wordt er gewerkt aan de identificatie en sequentiebepaling van het Sen1-gen in samenwerking met plantenverdeling.

3.2 Inzicht in genetische diversiteit

In het SentoTrack project (EU) is onderzoek gedaan naar de genetische diversiteit van wratziekte. Het in 2020 aangetroffen pathotype 38 (Nevşehir), blijkt een mengsel van mitochondriale varianten te bevatten (β en δ) die niet bij andere pathotypen zijn aangetroffen. De varianten die bij pathotype 38 in een mix gevonden werden zijn eerder aangetroffen in isolaten waarbij ze alleen voorkwamen: variant β bij met name pathotype 18(T1) en variant δ bij oude isolaten uit Duitsland en Tsjechië die te boek staan als pathotype 2(G1) en 17(M2).

Er zijn isolaten bekend uit Peru, die vrij sterk gediversifieerd zijn, wat bevestigt dat Peru de plaats van oorsprong van wratziekte is. Verschillende uitbraken ontstonden toen in de landen waarheen aardappelen werden geëxporteerd, waaronder Europa en Canada. Uit de nu beschikbare sequenties blijkt dat er meerdere introducties zijn geweest in Nederland, Duitsland en Polen. In Canada is de diversiteit beperkt en gaat het mogelijk om een enkele introductie. In Europa zijn sommige isolaten genetisch nauw verwant terwijl ze afkomstig zijn uit verschillende landen, anderzijds zijn er isolaten die geografisch dicht bij elkaar gevonden zijn juist genetisch erg verschillend. Er is geen echte variatie die kan worden toegeschreven aan een specifiek geografische gebied.

Of het nieuwe pathotype 38 een mengsel is van twee isolaten met ieder een onderliggend ander pathotype-identiteit of dat het één enkel isolaat is, is niet bekend. Mocht het zo zijn dat het een mengsel is van twee pathotypen (bijvoorbeeld 6 en 18) dan heeft het samengestelde isolaat een hoger resistentie doorbrekend vermogen dan de optelsom van de losse delen. Om die reden is het correct om pathotype 38 isolaten als een op zichzelf staand pathotype te beschouwen.

Het is momenteel onduidelijk of vermeende "besmettingen met gemengde pathotypen" in één enkel veld veroorzaakt worden door een nieuw genotype ontstaan uit recombinatie van ouder-genotypen of door een nieuw genotype ontstaan als gevolg van selectiedruk op één van de bestaande genotypen. Mogelijk zijn recenter ontstane isolaten van bepaalde pathotypen vanuit hun genetische achtergrond (mitogenoom) diverser, maar het is ook mogelijk dat door vermenging van isolaten van bestaande pathotypen een nieuw isolaat met hogere virulentie is ontstaan. Merk op dat het ook mogelijk is dat binnen één enkele mitogenomische variant meerdere fenotypes (met hun eigen respectieve nucleaire genomen) bestaan.

Een belangrijke vraag in dit verband is of het gebruik van bepaalde resistentiegenen (R-genen) leidt tot selectie van een bepaald deel van de populatie. Voor Avr-Sen1 is aangetoond dat dit mogelijk is voor één bepaald isolaat. In dit geval trad na twee selectierondes een verschuiving in mitochondriale variantie en daarmee virulentie op. Dit isolaat, dat voorheen slechts enkele kleine wratten veroorzaakte, werd nu volledig virulent. Een vergelijkbare verschuiving naar virulentie is ook voor het Avr1-gen geconstateerd.

Er is op verschillende manieren bewezen dat genetische selectie voor een deel van de populatie mogelijk is. Op basis van long-read sequencing van isolaten die behoren tot pathotype 6 of 18 werd gevonden dat er verschillende niveaus van Avr-Sen 1 aanwezig waren. Dit betekent dat er diverse genotypen aanwezig waren, en dat selectie binnen deze genotypen kan leiden tot de afbraak van door Avr-Sen 1 veroorzaakte resistentie (van de Vossen, Prodhomme, et al., 2019).

Voor *S. endobioticum* is geen recombinatie (van genetisch materiaal) aangetoond. Dit zou kunnen komen doordat *S. endobioticum* geen bekende seksuele cyclus heeft (nieuwe rustsporen worden gevormd wanneer een zygote uit de fusie van twee zoösporen plantenweefsel infecteert). Er wordt nog onderzocht of er een paraseksuele cyclus zou kunnen bestaan, maar het is waarschijnlijker dat nieuwe varianten ontstaan door vermenging van bestaande isolaten. Het is momenteel onduidelijk wat het effect van die gemengde varianten is op een gegeven mengsel van resistentiegenen.

3.3 Bruikbaarheid huidige systematiek pathotypen

De differentiatie van pathotypen was en is nog steeds problematisch. De gestandaardiseerde methode voor de differentiatie van pathotypen staat beschreven in EPPO PM 7/28. De reeks rassen in de differentiële reeks is vanuit historisch oogpunt nogal willekeurig gekozen. Met de huidige genetische kennis kunnen we zeggen dat de differentiële reeks niet volledig is. Er zijn resistentiebronnen die niet in die set vertegenwoordigd zijn, en er zijn resistentiegenen die overbodig zijn. Dit betekent dat het een onvolledig beeld kan geven van de resistentie van het ras en van de potentiële variatie binnen de populatie van pathogenen. De huidige differentiëremethoden voor pathotypen kunnen bijvoorbeeld geen onderscheid maken tussen mengsels van pathotype 2 & 18 enerzijds en 38 anderzijds.

Er is in 2006 een poging gedaan om deze lijst van 40 pathotypen te harmoniseren (Baayen et al., 2006). De basis van dit werk waren echter resultaten van verschillende onderzoeksgroepen die verschillende aardappelrassen gebruikten om tot hun conclusies te komen. Er is nooit een systematische screening geweest van alle bekende pathotypen tegen de enige, huidige differentiële set. De huidige set kan eigenlijk alleen pathotype 1, 2, 6 en 18 echt onderscheiden. Bij pathotype 38 kun je op basis van de huidige set niet zeggen of het echt een nieuw pathotype is, of een mengsel van eerdere pathotypen. Op basis van het mitochondriaal profiel kunnen we een inschatting maken of we te maken hebben met 38 of een mengsel van 6 en 18.

Ook qua aantallen pathotypen (op basis van mengsels van Avr-genen) wordt zuivere differentiatie en registratie op een bepaald moment erg moeilijk. Op basis van de 10 bekende resistentiegenen (welke altijd ja of nee als antwoord geven op de vraag of zij resistentie verlenen), zijn er 2 tot de 10de (1024) theoretische combinaties. Dat zouden teveel pathotypen zijn om praktisch werkbaar te zijn. Dit systeem heeft tot nu toe gewerkt omdat het aantal genotypen van wratziekte altijd beperkt is geweest. Hoe meer genetische variatie er in de wratziekte-isolaten voorkomt, hoe meer pathotypen er nodig zouden zijn.

Er loopt momenteel een project met de NVWA om dit systeem door te ontwikkelen en met een nieuwe differentiële set te actualiseren. Hiervoor wordt de volledige reeks resistentiegenen gebruikt, en een reeks isolaten die qua avirulentiegenen overeenkomen met de resistentiegenen. Daarmee kan men voor een specifiek isolaat zien of het een infectie kan veroorzaken op een Sen1-plant of een Sen2-plant of een Sen3-plant enzovoorts. Op die manier kan de kennis uit de differentiële set veel beter worden geïntegreerd met de kennis over de aardappelrassenlijst en de R genen. Hiermee kan vervolgens een betere keuze worden gemaakt welke rassen het best kunnen worden gekweekt en geteeld.

3.4 Resistenties tegen het nieuwe pathotype 38

Voor pathotype 38 blijkt uit biotoetsen dat de Sen3 R-genen een goede resistentie geven. De uitgevoerde biotoetsen geven de indicatie dat een plant met een actief Sen3 R-gen en de juiste genetische achtergrond, resistent zal zijn. Hoe goed deze resistentie zich uitstrekt tot de epidermale of parenchymale cellen is een andere vraag, vooral met de nieuwere R-genen. Er kunnen ook fysiologische of klimatologische omstandigheden een rol spelen, waardoor de resistentie niet onder alle omstandigheden werkzaam is. De kennis over deze aspecten is nog niet in een stadium waarin deze geïntegreerd kan worden in veredelingsprogramma's.

Een ketenpartij meldt aanvullend dat zij direct aan de slag zijn gegaan met pathotype 38 en dat er inmiddels positieve aanwijzingen zijn voor resistenties in rassen. Daarmee is het aannemelijk dat er op termijn rassen komen met een resistentie tegen pathotype 38.

3.5 Ontwikkelingen o.g.v. moleculaire detectie en biotoetsen

Met behulp van mitogenomische gegevens kan snel bepaald worden of een isolaat afkomstig is van een nieuwe bron of dat het een reeds bekend genotype betreft. Ondanks dat er sterke associaties zijn voor sommige combinaties van mitogeenoom variant en pathotype, geeft het mitogeenoom geen informatie over de virulentie van een gegeven isolaat. Mitochondriaal DNA is namelijk essentieel voor het functioneren van de cellen en is daarom zogenaamd 'hoog geconserveerd' (weinig aan verandering onderhevig). De kleine veranderingen die er wel in optreden worden gebruikt om de evolutie en de populatiestructuur in kaart te brengen.

De virulentiegenen zijn coderend voor stoffen die nodig zijn voor processen om als pathogeen goed te functioneren (enzymen voor binnendringen cellen, manipuleren plantafweer etc.). Deze zijn door de invloed van meer of minder resistente aardappellrassen aan een bepaalde selectiedruk onderhevig. De specifieke combinatie van virulentiegenen binnen een isolaat bepalen hoe het als pathogeen functioneert.

Er is een pathotype 1 geassocieerde nucleaire marker, en er wordt gewerkt aan een pathotype 2 geassocieerde nucleaire marker door een onderzoeksgroep van de WUR. Er wordt echter nog steeds gezocht naar resistentiegenen en de bijbehorende avirulentiegenen waarmee een systeem van moleculaire pathotypering ontwikkeld kan worden. Dit onderzoek zal waarschijnlijk meer dan een decennium aan aanvullend onderzoek vergen.

Daarom wordt samen met een Canadese onderzoeksgroep ook gewerkt aan instrumenten voor een 'machine learning tool' voor moleculaire pathotypering op basis van het pathotypesysteem (circa 40 pathotypen) dat we nu kennen, met de datasets over de variabiliteit van pathogenen zoals die momenteel beschikbaar zijn. Een voordeel van zo'n systeem is dat het relatief eenvoudig is om van pathotype te wisselen en het instrument opnieuw trainen.

Er is een nieuwe biotoets ontwikkeld waarbij de okselknoppen (spruiten) van de aardappelplant worden geïnoculeerd in plaats van de knollen (van de Vossenbergh, van Gent-Pelzer, et al., 2019). Het is namelijk aangetoond dat sommige meristemische weefsels ook tot wratten kunnen worden getransformeerd. Daarnaast is de wijze van beoordelen van de bestaande biotoetsen opnieuw tegen het licht gehouden, in het bijzonder voor wat betreft de vorming van wratweefsel en in welke mate dit plaatsvindt.

Het is namelijk aangetoond dat de grootte van de wratten niet noodzakelijkerwijs iets zegt over de hoeveelheid sporen en hoeveelheid *S. endobioticum* DNA, dus werkelijke levende cellen van de wratziekte, die zich in de wratten bevinden. Evenwel is symptoomexpressie, zoals de grootte van de wrat, erg belangrijk in de biotoets voor rassenkeuze op dit moment. En ook in de periode van latentie (tussen infectie en symptoomexpressie) kunnen er verschillen zijn.

Het is momenteel onduidelijk of deze verschillen worden veroorzaakt door een verschil in levensvatbaarheid van de sporen, of de hoeveelheid sporen of een andere (combinatie van) factoren.

3.6 Fenotypische verschillen tussen pathotypen

Er zijn fenotypische verschillen in bijvoorbeeld symptoomexpressie tussen isolaten van verschillende pathotypen in de biotoetsen, maar het is zeer complex om te bepalen waar deze door veroorzaakt worden. Maar er lijken dus wel verschillen te zijn; het nieuwe pathotype 38 is bijvoorbeeld niet alleen virulent op een groot aantal rassen, maar ook vrij agressief. Maar dat zijn misschien ook verschillen tussen genotypen en niet persé pathotypen. Pathotype 38 lijkt iets sneller bruine wratten te veroorzaken dan de andere. De potentie van pathotype 38 om resistenties te doorbreken is gezien zijn genetische achtergrond wel groter dan die van eerdere pathotypen. Er is vooralsnog geen informatie die erop wijst dat bepaalde pathotypen substantieel meer sporen produceren dan anderen. Er zijn dus enkele aanwijzingen, maar volgens de betreffende experts is het nog verre van voldoende om op basis hiervan wijzigingen in bijvoorbeeld de Teeltvoorschriften aan te brengen.

4 Verspreiding van wratziekte

4.1 Aardappelen (wratweefsel, organische reststromen)

Over de toename van uitbraken van wratziekte bestaan verschillende signalen. Gezien het veelvuldig gebruik van resistente rassen zetmeelaardappelen zijn nieuwe uitbraken waarschijnlijk voor een belangrijk deel te wijten aan het nieuwe pathotype 38. Gezien de zeer lange overlevingstijd van rustsporangïen van wratziekte zijn ook de andere pathotypen waarschijnlijk nog latent aanwezig.

Zowel adviseurs als de verwerkende industrie geven aan dat de gemiddelde bedrijfsgrootte is gegroeid. Een 'actieradius' van 30-35 kilometer rondom het bedrijf is niet ongevoel. Hierdoor is ook de kans toegenomen dat er akkerbouwmachines rondrijden die meerdere velden en in een groter gebied aandoen. De grotere bedrijven zijn goed uitgerust en hebben vaak eigen machines voor de aardappelteelt, zodat ze niet met omliggende bedrijven machines hoeven te ruilen. Voor de relatief nieuwe teelt van uien in het gebied vindt soms nog wel uitruil van machines plaats. De frequentie van de aardappelteelt is hetzelfde gebleven, er worden om het andere jaar (1:3) aardappels geteeld.

Machines die aardappels van verschillende percelen/bedrijven laden en lossen zijn mogelijk onderdeel van het probleem van de verspreiding van wratziekte via de aardappels. Deze machines worden echter tussen percelen bezemschoon wordt gemaakt en de aardappelen bij het laden een reinigingsstap ondergaan om alvast zoveel mogelijk grond kwijt te zijn. De NVWA vermoedt dat de verzamelhopen van de aardappels, en de grond eronder (kopakker) veel belangrijker zijn.

Bij de inname van de aardappelen door de verwerkende industrie is meestal geen fytopatholoog betrokken. Aardappelen worden veelal getoetst door middel van een monster dat willekeurig uit de aanleverende vrachtwagen wordt gehaald. Dit monster wordt gewassen, het normale en het onderwatergewicht (zetmeel) worden bepaald, en er wordt een visuele inspectie aan uitgevoerd.

Zowel het HLB als de NVWA zijn ervan op de hoogte dat er in de organische reststromen van de aardappelverwerkende industrie nog weleens rustsporen van wratziekte worden aangetroffen. De fabrieken van de grootste partij uit de verwerkende industrie (Avebe) zijn officieel erkend voor het verwerken van partijen met (een vermoeden van) quarantaineziekten. De reststromen die zij verwerken bestaan voornamelijk uit loof en stengels, en voor een klein deel uit stroresten van het afdekken, kleine knollen, afgevroren knollen en snippers vanuit de verwerking.

De (reststromen van) deze partijen worden gecomposteerd en gaan niet terug naar de landbouw. In samenwerking met de NVWA zijn zij bezig met een traject om deze compost in zoverre ziektevrij te maken dat deze wel weer terug zou kunnen naar de landbouw. Het composteren van reststromen vindt bij Avebe altijd plaats op eigen terrein.

Alle partijen compost afkomstig van Avebe werden tot in het recente verleden bemonsterd volgens een protocol dat in overleg met de NVWA tot stand is gekomen. Werden er in dit monster geen wintersporangïen van wratziekte aangetroffen dan kon deze partij worden afgezet naar de landbouw. Deze werkwijze is echter na nieuw overleg met de NVWA ruim een jaar geleden (2022) aangepast, er wordt momenteel helemaal geen compost van Avebe meer afgezet naar de landbouw om ieder potentieel risico op verspreiding via Avebe uit te sluiten. Echter komen organische reststromen van aardappelplanten voor in de volle breedte van de aardappelverwerkende industrie (bijv. bij transport en sortering). Deze reststromen bestaan uit loof, stengels, schillen en uitgesorteerde knollen. Deze reststromen worden waarschijnlijk afgezet naar reguliere composteringsbedrijven.

Tevens worden in het NO naast zetmeelaardappels ook langzaamaan meer aardappels geteeld voor vlokken, granulaten en friet. Wanneer partijen voor de verwerkende industrie voor deze producten partijen aardappelen uit wratziekte-preventiegebieden (hoofdzakelijk het Noord- en Zuidoosten) halen zullen ook zij extra aandacht moeten schenken aan het potentiële risico van wratziekte besmetting.

4.2 Grond

De NVWA merkt op dat de verzamelhopen van de aardappels, en de grond eronder (kopakker) waarschijnlijk belangrijker zijn voor de verspreiding dan de lader van de verwerkende industrie. Op dit stuk grond komen immers vaak partijen aardappelen van verschillende percelen bij elkaar. Op het moment dat de aardappelen worden opgehaald is een deel van de wratten soms al vergaan, en veel aanhangende grond opgedroogd en van de aardappels gevallen. Bovendien is het lastig om met (ingehuurde) rooiers en laders rendabel te werken als deze niet meerdere percelen per dag aandoen. Volgens de NVWA zit hier een potentieel risico op verspreiding, maar over hoe groot het risico precies is durft de betreffende expert geen uitspraak te doen. Dit is namelijk van veel factoren afhankelijk, o.a. van in hoeverre de grond van kopakkers in de loop der jaren met bijvoorbeeld grondbewerking weer verspreid raakt.

4.3 Wind

Over verplaatsing van rustsporen van wratziekte via wind(erosie) zijn in de literatuur maar weinig gegevens bekend. (Hampson, 1996) meldt enige verspreiding van sporen maar mat de concentratie op slechts 2 meter afstand van een zwaar besmet veld. Onderzoekers van de afdeling Meteorologie & Luchtkwaliteit WUR melden er het volgende over:

“Voor windverspreiding om plaats te vinden moeten de sporen allereerst aan de oppervlakte liggen, wat waarschijnlijk gebeurt bij de oogst wanneer je het hele systeem verstoort. Knollen dragen ook grond met zich mee (bij het rooien), die er dan af valt en de rustsporen aan het grondoppervlak achterlaat. Dan is het een kwestie van het gewicht en de vorm van de rustsporen, en hoe gemakkelijk ze in de lucht kunnen komen. Als ze enigszins rond zijn, bootsen ze in wezen de vorm van gronddeeltjes na.”

Uit microscopisch onderzoek (Bal et al., 1981) blijkt dat de rustsporen min of meer ovaal zijn met een wat ingedeukt oppervlak, niet onvergelijkbaar met dat van een peperkorrel. Daarnaast speelt de afmeting van de deeltjes een rol, en of deze zich maar als zand-, zavel-, of lutumdeeltjes gedragen. Gebaseerd op natte zeefproeven (Pratt, 1976) met verschillende zeefgrootten, zijn afzonderlijke rustsporen tussen 25 en 71 µm in diameter, maar wanneer het wrattenweefsel afbreekt, hebben de rustsporen de neiging om tenminste in het begin samengeklonterd te blijven. Afzonderlijke rustsporen benaderen de afmetingen van zaveldeeltjes.

Over het gewicht van de rustsporen kon geen informatie worden gevonden, maar gebaseerd op bovenstaande informatie en rekening houdend met de stofstormen zoals die soms in de Veenkoloniën voorkomen is het aannemelijk dat rustsporen aan het oppervlak de lucht in worden geblazen. In dat geval is het bodemoppervlak de bron, en vanaf dat punt zal er een dichtheidsgradiënt zijn. Het zal ook in belangrijke mate afhangen van de mate van turbulentie tot welk niveau er een significante concentratie (van rustsporen) bestaat. Hoe hoger in de lucht, hoe groter de kans dat rustsporangiën zich over een aanzienlijke afstand zullen verplaatsen.

Het deel dat in de onderste 10 centimeter blijft, wordt waarschijnlijk slechts een paar meter vervoerd en blijft binnen het veld. De rustsporen zouden enkele meters boven de grond gedragen moeten worden om over aanzienlijk grotere afstanden getransporteerd te worden. Dit is tot op zekere hoogte een statistisch proces. Door turbulentie zullen de deeltjes op en neer bewegen en als ze tijdens dit proces de grond raken, is er een kans dat ze worden afgezet. En hoe dichter ze (de deeltjes) bij de grond komen, hoe groter de kans dat ze de grond raken.

Wat voor deze vraag zeer relevant is, is de atmosferische grenslaag. Dit is de laag die de atmosfeer verbindt met het bodemoppervlak, waar de invloed van dag en nacht merkbaar is (temperatuur). Zolang de deeltjes zich in deze laag bevinden, hebben zij een redelijk grote kans om te worden afgezet. Het maakt wel nog een verschil hoe hoog in deze laag ze aanvankelijk terecht zijn gekomen. Zodra de deeltjes deze laag verlaten is de verbinding met het oppervlak weg en worden de heersende weerssystemen de dominante drijvende kracht achter hun beweging.

In dit specifieke geval (rustsporen) zou een hoogte van 10 of 20 meter tijdens een stofstorm voldoende kunnen zijn om rustsporen 1 kilometer of meer van de bron af te zetten. Verplaatsing met plantaardig materiaal of grond lijkt echter veel effectiever voor het pathogeen. Er moeten immers heel wat gebeurtenissen plaatsvinden om de rustsporen over een behoorlijke afstand in voldoende concentraties over te brengen om te infecteren. De rustsporangïën moeten zich aan het bodemoppervlak bevinden, in de lucht komen, op een bepaalde minimumhoogte in de lucht blijven, neergeslagen worden en dat alles in voldoende hoeveelheden. Ter plekke moeten ze vervolgens nog voldoende infectieus zijn, want het is onbekend wat het effect op de vitaliteit is.

Als het gewicht bepaald kan worden, en de aanname wordt gedaan dat de rustsporangïën (gezien hun vorm) zich zullen gedragen als gronddeeltjes, wordt het eigenlijk een kwestie van bodemerosie: Hoeveel rustsporen zijn er aan het oppervlak, hoeveel worden er met de wind meegedragen, hoeveel worden er afgezet en waar?

In de Veenkoloniën vinden de meest stofstormen/windererosie plaats in het voorjaar (april/mei) waarin er vaak geen gewas van betekenis op het veld staat. Zij vermoeden dan ook dat groenbemesters geen of slechts een zeer beperkt invloed zullen hebben op de winverspreiding, ook al maken vrijwel alle telers er gebruik van.

4.4 Water

Verschillende experts noemen irrigatiewater, sloten en waterwegen als potentieel belangrijke en onderbelichte manieren voor verspreiding van wratziekte. Onderzoekers van WUR refereren aan een specifiek geval in 1925-1926 toen een dijkdoorbraak plaatsvond langs de Maas. In de daaropvolgende jaren (1926/1927) werden veel uitbraken gemeld, allen langs de rivier. Ook wint inundatie, het vrijwillig onder water zetten van een perceel ter bestrijding van ziekten en/of plantparasitaire aaltjes steeds meer aan populariteit.

Het HLB en de NVWA vragen zich af hoe het zit met de verspreiding via sloten en irrigatiewater. De NVWA vraagt zich aansluitend af hoe groot het risico is van het op het land brengen van slib en maaiafval uit sloten/slootkanten. Het is bekend dat de rustsporangïën ook in water zeer lang vitaal blijven. Op deze vragen is momenteel geen antwoord, en onderzoek of monitoring zal dit uit moeten wijzen.

Agrifirm geeft aan dat het extremere weer van recente jaren ook voor meer afvloeiing zorgt van percelen. Het HLB vermoedt dat dit vooral geldt voor percelen met relatief grote hoogteverschillen, lage ligging of structuurproblemen.

5 Zorgen en suggesties

5.1 Zorgen

- 20-jarig teeltverbod: Wat door vrijwel alle partijen genoemd wordt is de belemmerende werking van het 20-jarige teeltverbod op het tijdig melden van wratziekte. De zorg is dat de consequentie voor het melden van wratziekte zo ingrijpend is voor (de bedrijfsvoering van) een teler dat het mogelijk niet altijd direct meldt. Het vermoeden bestaat dat de teler het probleem eerst zelf probeert op te lossen, bijvoorbeeld via resistente rassen. Zonder voorkennis over met welk pathotype hij van doen heeft is dit echter lastig en zit er het risico op het vergroten van de besmetting en selectie voor een meer virulente populatie aan vast. Verder zorgt het niet melden voor een onderschatting van het daadwerkelijk aantal besmettingen met wratziekte. Er is momenteel geen manier voor een teler om achter het pathotype te komen zonder de maatregel opgelegd te krijgen, en er is ook geen financiële compensatie zoals dat bij vogelgriep bijvoorbeeld wel het geval is. De NVWA zegt hierover *"Het beheersen van wratziekte is niet in het belang van een enkele teler, maar van de gehele sector"*.
- Fytosanitair beleid: Verschillende experts maken zich zorgen over het fytosanitaire beleid rondom wratziekte, en dan in het bijzonder de documentatie van product- en reststromen. Ook over de situatie over de grens in Duitsland, en over wat er de grens overgaat zijn er zorgen. Het baart opzien dat in Duitsland vatbare rassen weliswaar niet op besmette percelen, maar wel relatief dicht in de buurt mogen worden geteeld. Daarbij wordt in het bijzonder verwezen naar tarragrond uit Duitsland die in Nederland terechtkomt. Daarnaast wordt de opkomst van de frietindustrie genoemd, die vaak met rassen met een lager resistentiecijfer werken als rassen van zetmeelaardappelen.
- Glynne-Lemmerzahl biotoets verplicht voor bepaling pathotype: Sinds dit jaar (2022) is de Glynne-Lemmerzahl biotoets verplicht voor het bepaling van het pathotype. Hoewel dit voor de tijd die nodig is voor het bepalen niet veel verschil maakt zit er een belangrijk nadeel aan: de Glynne-Lemmerzahl biotoets geeft qua beoordeling een zwart-wit resultaat (een ras is vatbaar of resistent). De Spieckermann biotoets heeft een schaalverdeling en zegt daarmee ook iets over de mate van vatbaarheid van een ras.
- Verspreiding via water: Over deze wijze van verspreiding zijn veel zorgen omdat het zeer waarschijnlijk is dat water een rol speelt, maar niet bekend is hoe groot de rol is. Hoever rustsporen bijvoorbeeld via waterwegen verplaats worden, of in welke concentraties is onbekend. Dit geldt aanpalend voor slib en maaisel uit sloten/slootkanten.
- Verspreiding via wind: Ook over deze wijze van verspreiding zijn zorgen, hoewel de rol van windverspreiding volgens de experts meer ter discussie staat en mogelijk veel kleiner is dan die van water. Ook hier geldt echter dat er geen harde cijfers voorhanden zijn, waardoor de bevroegde experts geen definitieve uitspraken durven te doen zonder aanvullend onderzoek.

5.2 Suggesties

Naar aanleiding van de van de vragen en zorgen die spelen hebben de geïnterviewde experts een aantal suggesties aangedragen. Deze zijn hieronder geprioriteerd op basis van aan welke maatregelen al gewerkt wordt en welke maatregelen het meest effectief bijdragen aan een betere beheersing van wratziekte.

5.2.1 Maatregelen/onderzoek van doorlopend belang

- Moleculaire diagnostiek: Verder onderzoek naar moleculaire technieken voor monitoring, pathotypering, vitaliteitsbepaling en (aanvulling op) resistentiebepalingen blijft een belangrijk onderwerp. Ook voor veel andere suggesties voor vervolgonderzoek (bijvoorbeeld alternatieve waardplanten en verspreiding via water) is de mogelijkheid tot detectie van kleine hoeveelheden rustsporen en de vitaliteit ervan belangrijk. De wens voor een snellere pathotypering wordt breed gedragen.

5.2.2 Maatregelen/onderzoek waaraan wordt gewerkt in de PPS 'Grip op Wratziekte'

- Rol van niet-aardappel waardplanten: Uit onderzoek blijkt dat plantensoorten anders dan aardappel, en ook plantensoorten buiten de familie van de Solanaceae door *S. endobioticum* geïnfecteerd kunnen worden en het organisme kunnen vermeerderen. Een onderzoeker van WUR verwacht niet dat de bijdrage van deze alternatieve waarden substantieel is, maar zou hierover graag zekerheid verkrijgen en te weten komen of dat er zich alternatieve waarden onder rustgewassen of groenbemesters bevinden. Aan o.a. dit onderwerp wordt gewerkt in de PPS 'Grip op wratziekte'.
- Zwak vatbare rassen als beheersingsstrategie: Een van de ideeën voor de beheersing van wratziekte is om naast alleen volledig resistente rassen (resistentiecijfer 10), ook (zeer) zwak vatbare rassen (resistentiecijfers 8/9) te telen als beheersingsstrategie. De gedachte hierachter is vergelijkbaar met aardappel als lokgewas voor aardappelpycnosticten, namelijk het activeren en doen ontkiemen van de rustsporen, waarna slechts (zeer) beperkte vermeerdering optreedt. De NVWA en de WUR wijzen er echter beiden op dat het niet zeker is of wratziekte op dit punt vergelijking is met aardappelpycnosticten. Met het risico op selectie van een meer virulente wratziekte-populatie in het achterhoofd moet dit eerst veel beter worden uitgezocht. Aan o.a. dit onderwerp wordt gewerkt in de PPS 'Grip op wratziekte'.

5.2.3 Maatregelen/onderzoek t.b.v. gebiedsgerichte aanpak

De meest breed gedragen suggestie is om over te gaan van een perceelsgerichte naar een gebiedsgerichte aanpak. Doordat het begrip 'gebiedsgerichte aanpak' erg breed is, is het ook mogelijk om andere suggesties te laten onderzoeken als zijnde in dienstbaarheid van deze aanpak. Een duidelijk beeld van het aantal besmettingen, de risico's van de verschillende verspreidingsroutes, en de toepasbaarheid van beheersingsmaatregelen kunnen immers alles onder de 'gebiedsgerichte aanpak' worden geschaard.

- Gebiedsgerichte i.p.v. perceelsgerichte aanpak (meer preventiezones/aanpak á la aardappelpycnosticten): Deze suggestie sluit aan bij de breed gedragen zorg dat de consequentie (20-jarig jaar teeltverbod) zo ernstig en zo specifiek is (wordt aan één perceel van één teler opgelegd) dat het belemmerend werkt voor het tijdig melden van wratziekte. Een andere optie is in plaats van op perceelsbasis te kijken naar kleine gemeenschappen van telers die samen metingen uitvoeren en maatregelen nemen. Een aanvullende suggestie is een mogelijke rol voor verzekeringsmaatschappijen in de financiële compensatie veel telers die de maatregel opgelegd krijgen. Verder noemt de NVWA de mogelijkheid van vorm van financiële compensatie. Ook een gebiedsgericht aanpak zou een optie kunnen zijn. Deze zou dan lijken op de aanpak binnen de wratziekte preventiegebieden met een algemene eis voor het gebruik van rassen met hogere resistentieniveaus, ongeacht het teeltdoeleinde. Er zouden dan wel voldoende resistente rassen moeten zijn. Tenslotte is een aanpak mogelijk die meer gelijkend is op die van aardappelpycnosticten, maar ook hiervoor de beschikbaarheid van voldoende resistente rassen een vereiste.
- Vaststellen rol water in verspreiding: De rol van water wordt door verschillende partijen als belangrijk maar onderbelicht genoemd. De mate waarin wratziekte via irrigatie, sloten en waterwegen wordt verspreid is onduidelijk. Het verdient aanbeveling hier aanvullend onderzoek naar

te laten doen, bijvoorbeeld via metingen aan water en slib en (ruime) omgeving van besmette percelen.

- Vaststellen rol wind in verspreiding: Het kan momenteel niet met zekerheid worden vastgesteld hoe groot de rol van wind in de verspreiding van wratziekte werkelijk is. Met gebruik van de gegevens die over rustsporen bekend zijn, mogelijk aangevuld met enkele additionele metingen zou middels het modelleren van de verspreiding door winderosie van deeltjes met een vergelijkbare grootte/gewicht een inschatting kunnen worden gemaakt. WUR geeft aan dat er mogelijk parallellen zijn in de verspreiding van kleine plastic deeltjes door de wind waar al aan wordt gewerkt. Windtunnelexperimenten zouden hierbij een rol kunnen spelen.

5.2.4 Aanvullende maatregelen/onderzoek

- Aanpassing van de logistiek van het ophalen van de aardappelen zou mogelijk een oplossing kunnen zijn voor het risico op verspreiding via kopakkers. Vaste verzamelplaatsen met een verharde bodem die een scheiding geeft met de grond en makkelijk schoon te maken is, zou opeenhoping van inoculum op kopakkers teniet kunnen doen. Dit is niet zoals het in de praktijk momenteel gebeurt en er is ook nog geen onderzoek naar verricht.
- Rooiers kunnen wellicht uitgerust worden met een ingebouwd spoelsysteem van buizen zodat ze schoner als 'bezemschoon' kunnen worden gemaakt. Een geautomatiseerd spoelsysteem zou ook het bezwaar van tijdrovendheid teniet kunnen doen. Hiervoor is dan wel per perceel een gegarandeerd niet-besmette bron van water nodig, of de rooiers moeten zelf een hoeveelheid water meenemen. Hoe groot het verschil is in het risico op verspreiding tussen een 'bezemschone' rooier en een gespoelde rooier zou onderzoeksmatig moeten worden aangetoond, en daarnaast moeten overwegingen worden gemaakt betreffende zaken als bodemstructuur, zeker als de rooiers het water zelf mee moeten nemen. Rooiers met een watertank zullen immers zwaarder zijn, en dus een groter beroep doen op de draagkracht van de bodem.

6 De 1 km radius regel

De vraag die ten grondslag ligt aan deze kennisinventarisatie is of de zogenaamde '1 km radius regel' moet worden verminderd, gehandhaafd of uitgebreid. Deze regel is ooit ingevoerd door het Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA) in reactie op de eerste uitbraken van wratziekte pathotype 18. De vrees was toen dat dit nieuwe pathotype zich snel zou verspreiden, wat ertoe leidde dat de focus op de directe omgeving van deze nieuwe besmettingen kwam te liggen. Deze gebieden met een radius van 1 km zijn de zogenaamde 'wratziekte kerngebieden' en zijn veel kleiner dan de wratziekte preventiegebieden zoals reeds bestonden voor pathotypen 1, 2 en 6.

Dit verschil in afmeting is er omdat er voor deze pathotypen veel verschillende rassen met voldoende resistentie bestonden. Dat was voor pathotype 18 de eerste drie jaar nog niet het geval, waardoor het voor de telers lastig was om voor dit pathotype dezelfde, grote preventiegebieden aan te houden als voor pathotypen 1, 2 en 6. Nu met pathotype 38 herhaald de situatie zich zoals die ontstond bij de eerste uitbraken van pathotype 18, met nauwelijks beschikbaarheid van resistente rassen.

Uit de kennisinventarisatie blijkt dat de onderbouwing van de 1 km radius regel niet gestoeld is op wetenschappelijk onderzoek, of überhaupt op kennis van de biologie van het veroorzakende organisme *Synchytrium endobioticum*. Daarnaast is de radius waarbinnen grond, plantmateriaal en machines zich verplaatsen veel groter als een radius van 1 km.

Desalniettemin achten de experts op het gebied van wratziekte het een slecht idee om deze regel, die toch een bepaalde bufferzone als gevolgd heeft, af te schaffen. Juist ook vanwege het ontbreken van gegevens over verspreiding via wind en water(wegen) waardoor een accurate inschatting van het risico op verspreiding zeer moeilijk te maken is. Ook als dit risico zeer klein is kan er alsnog verspreiding plaatsvinden wanneer vatbare planten op een schoon perceel vlak langs resistente planten op een besmet perceel worden geteeld. Tevens zou zulke verspreiding afbreuk kunnen doen aan de resistenties van zeer zwak vatbare (maar dus toch geen resistente) rassen.

Totdat over het totale risico op verspreiding meer informatie beschikbaar is, is de gemeenschappelijke conclusie dat de 1 km radius regel het beste gehandhaafd kan worden. Momenteel zijn er voor alle verspreidingsroutes (organische reststromen, grond, water en wind) nog teveel vragen. Voor de organische reststromen hoofdzakelijk over verwerking/sanering, voor de grond over het beheer van de kopakkers, voor het water zowel de mate van verspreiding als voorkomen in maaisel/slib, en voor wind of er überhaupt een risico op verspreiding verder dan 1 km is.

Literatuur

- Baayen, R. P., Cochius, G., Hendriks, H., Meffert, J. P., Bakker, J., Bekker, M., van den Boogert, P. H. J. F., Stachewicz, H., & van Leeuwen, G. C. M. (2006). History of potato wart disease in Europe - A proposal for harmonisation in defining pathotypes. In *European Journal of Plant Pathology* (Vol. 116, Issue 1, pp. 21–31). <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9039-y>
- Bal, A. K., Murphy, A. M., & Hampson, M. C. (1981). Ultrastructure and Chemical Analysis of the Testing Sporangium Wall of *Synchytrium Endobioticum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 3(2), 86–89. <https://doi.org/10.1080/07060668109501387>
- Hampson, M. C. (1996). A Qualitative Assessment of Wind Dispersal of Resting Spores of *Synchytrium endobioticum*, the Causal Agent of Wart Disease of Potato. *Plant Disease*, 80, 779–782.
- Pratt, M. A. (1976). A wet-sieving and flotation technique for the detection of resting sporangia of *Synchytrium endobioticum* in soil. *Annals of Applied Biology*, 82(1), 21–29. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1976.tb01668.x>
- van de Vossenberg, B. T. L. H., Brankovics, B., Nguyen, H. D. T., van Gent-Pelzer, M. P. E., Smith, D., Dadej, K., Przetakiewicz, J., Kreuze, J. F., Boerma, M., van Leeuwen, G. C. M., André Lévesque, C., & van der Lee, T. A. J. (2018). The linear mitochondrial genome of the quarantine chytrid *Synchytrium endobioticum*; insights into the evolution and recent history of an obligate biotrophic plant pathogen. *BMC Evolutionary Biology*, 18(1), 136. <https://doi.org/10.1186/s12862-018-1246-6>
- van de Vossenberg, B. T. L. H., Prodhomme, C., van Arkel, G., van Gent-Pelzer, M. P. E., Bergervoet, M., Brankovics, B., Przetakiewicz, J., Visser, R. G. F., van der Lee, T. A. J., & Vossen, J. H. (2019). The *synchytrium endobioticum avrsen1* triggers a hypersensitive response in *sen1* potatoes while natural variants evade detection. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 32(11), 1536–1546. <https://doi.org/10.1094/MPMI-05-19-0138-R>
- van de Vossenberg, B. T. L. H., van Gent-Pelzer, M. P. E., Boerma, M., van der Gouw, L. P., van der Lee, T. A. J., & Vossen, J. H. (2019). An Alternative Bioassay for *Synchytrium endobioticum* Demonstrates the Expression of Potato Wart Resistance in Aboveground Plant Parts. *Phytopathology*, 109(6), 1043–1052. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-19-0024-R>
- van de Vossenberg, B. T. L. H., Warris, S., Nguyen, H. D. T., van Gent-Pelzer, M. P. E., Joly, D. L., van de Geest, H. C., Bonants, P. J. M., Smith, D. S., Lévesque, C. A., & van der Lee, T. A. J. (2019). Comparative genomics of chytrid fungi reveal insights into the obligate biotrophic and pathogenic lifestyle of *Synchytrium endobioticum*. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45128-9>

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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

info.openteelten@wur.nl

Rapport WPR-OT 1093

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.
