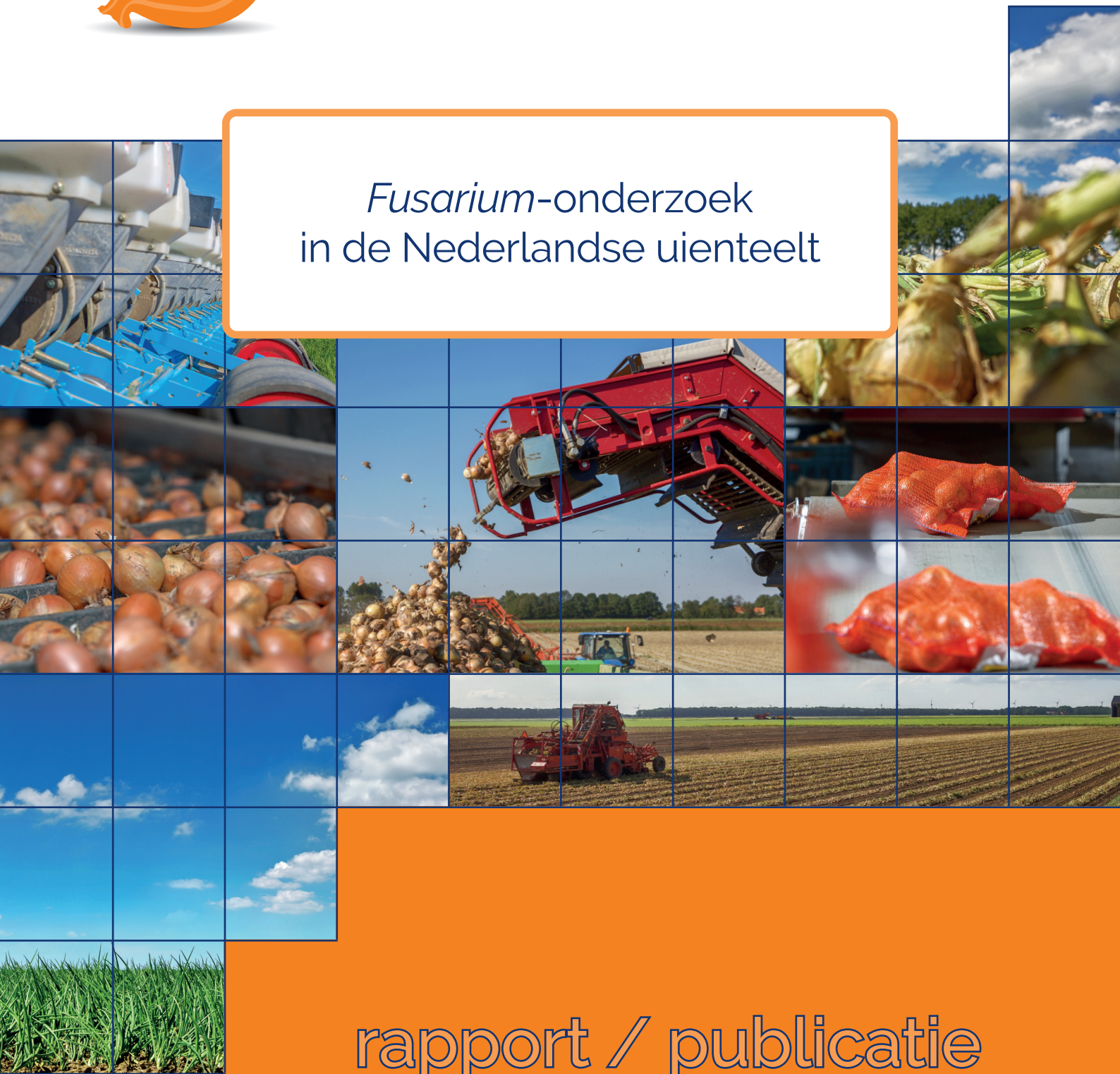




Fusarium-onderzoek
in de Nederlandse uienteelt



rapport / publicatie

2019-04



Uireka is een uniek ketenproject waarin de gehele uienketen participeert. De eerste 3 jaar van het project (2017-2019) was het projectdoel met onderzoek de kwaliteit en daarmee het versterken van de exportpositie van de Nederlandse ui te verbeteren. Vanaf 2020 richt Uireka zich op het versterken van de duurzaamheid en weerbaarheid van de uienteelt. Het project is een initiatief van de Holland Onion Association en wordt mede ondersteund door Topsector Agri & Food, BO Akkerbouw en meer dan 70 ketenpartners.

Uireka draait om innovatie, verbetering en verduurzaming van de teelt, droogtechnieken en bewaring. Het project levert een pakket aan handvatten en oplossingen die ketenpartners in staat stelt de kwaliteit van de Nederlandse ui nog beter te borgen. Uiteindelijk zorgt dit voor een sterkere exportpositie en daarmee een versteviging van het verdienmodel van alle partners in de uienketen.

De gezamenlijke organisaties hebben deze publicatie met de meeste zorg samengesteld. Zij zijn niet aansprakelijk voor schade die ontstaat door het uitvoeren van informatie uit deze publicatie.

Fusarium-onderzoek in de Nederlandse uienteelt



Uitgevoerd door: Olga Scholten & Karin Burger

Uireka rapportnummer: 2019-04

Datum: november 2020

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding en doel	7
2 Materiaal en methoden	9
2.1 Selectie van percelen en uienmonsters	9
2.2 Identificatie van <i>Fusarium</i> -soorten in uienbollen	10
2.3 Relatie <i>Fusarium</i> -soorten en teelt	10
3 Resultaten	11
3.1 Bemonstering	11
3.2 Identificatie van <i>Fusarium</i> -soorten in uienbollen	11
3.3 Relatie <i>Fusarium</i> -soorten en teelt	13
4 Conclusies en aanbevelingen	17
Literatuur	18
Betrokken partijen	18
Bijlage 1. Protocol verzamelen uienbollen	19
Bijlage 2. Vragenlijst telers	20
Bijlage 3. Analyses	21

Samenvatting

Fusariumbolrot is een toenemend probleem in de uienteelt in Nederland. De belangrijkste schimmel die dit probleem veroorzaakt is *Fusarium oxysporum*. In 2017 en 2018 is onderzoek verricht naar de aanwezigheid van deze en andere Fusariumschimmels in uienbollen afkomstig uit heel Nederland. Het is duidelijk geworden dat *Fusarium oxysporum* de meest voorkomende schimmel in uienbollen is en dat deze verspreid voorkomt over heel Nederland, zowel in gebieden met veel uientelers als in gebieden met weinig uientelers. Niet alle isolaten van *F. oxysporum* veroorzaken bolrot in ui. Pathogene *F. oxysporum* isolaten zijn in beide jaren aangetroffen in ongeveer de helft van de locaties waar uienbollen zijn verzameld. Daarnaast zijn de volgende soorten gevonden: *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. commune* en *F. accuminatum*. Biotoetsen zijn nodig om te onderzoeken welke isolaten hiervan pathogeen zijn. Er is in dit onderzoek geen relatie gevonden tussen teeltmethoden, locaties en grondsoort met het type *Fusarium*-schimmel.

1 Inleiding en doel

Het probleem

Eén van de grootste knelpunten in de Nederlandse uienteelt van de afgelopen jaren is het sterk toenemende probleem met *Fusarium* bolrot. Dit knelpunt is gesignaleerd tijdens een inventarisatie van kwaliteitsproblemen in ui met vertegenwoordigers van de Uiensector in 2016. Problemen met *Fusarium* bolrot ontstaan tijdens de teelt, maar worden over het algemeen pas na de oogst goed zichtbaar. Het merendeel van de in Nederland geteelde uien is bestemd voor de export. Het niet kunnen garanderen van een hoge kwaliteit van de Nederlandse ui is een directe bedreiging voor deze export. De noodzaak om onderzoek uit te voeren naar de aanwezigheid van *Fusarium*schimmels in uienpercelen en de verspreiding ervan over Nederland is daarom opgenomen als één van de thema's van het onderzoeksprogramma Uireka.

Ook wereldwijd vormt *Fusarium* bolrot (FBR) een toenemend probleem in ui. De ziekte wordt voornamelijk veroorzaakt door de bodemschimmel *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (FOC) (Entwistle, 1990). FBR is moeilijk te beheersen doordat de schimmel ruststructuren vormt, die gedurende vele jaren in de bodem kunnen overleven ook als er geen uien geteeld worden. De optimale temperatuur voor groei en infectie van FOC ligt rond de 28-32 °C. Een andere *Fusarium*-schimmel die FBR kan veroorzaken is bijvoorbeeld *F. proliferatum*, (du Toit et al., 2003 en Gálván et al., 2008).

Fusarium dringt de ui binnen via de wortels of via de basale plaat en groeit vervolgens door tot in de bol. Vroege infectie met deze schimmel leidt tot wegval van planten in het veld, terwijl latere infectie bolrot tot gevolg kan hebben. Infectie van de bollen met de schimmel is lang niet altijd zichtbaar tijdens de teelt, maar wordt vaak pas duidelijk bij de oogst of tijdens de bewaring van de uien. Hele partijen kunnen aangetast blijken en daardoor onverkoopbaar zijn. Eenmaal zwaar besmette percelen zijn ongeschikt voor verdere uienteelt. Resistentie in rassen is onvolledig en onvoldoende onder zwaar besmette condities. Een aanpak gericht op een combinatie van maatregelen is daarom gewenst.

Fusarium-soorten en karakterisatie

Binnen de soort *F. oxysporum* komen zowel pathogene als niet-pathogene schimmels van ui voor. Alhoewel er enkele studies gedaan zijn naar de taxonomie van *Fusarium* in ui, is de kennis hierover beperkt. Een eerste verwantschapsstudie met *Fusarium*-isolaten van ui is uitgevoerd met enkele isolaten afkomstig uit Nederland en Uruguay (Galván et al., 2008). Uit deze studie bleken de *Fusarium*-isolaten in twee hoofdgroepen uiteen te vallen, namelijk een grote groep bestaande uit *F. oxysporum* isolaten en een kleine groep bestaande uit *F. proliferatum* isolaten. De groep *F. oxysporum* isolaten viel weer uiteen in twee subgroepen (Clade 2 en Clade 3). (Galván et al., 2008). Isolaten uit zowel Nederland als Uruguay werden in alle groepen aangetroffen. Naast de twee genoemde soorten werden ook *F. avenaceum* en *F. culmorum* uit ui geïsoleerd. Alle isolaten uit de studie van Galvan et al. (2008) bleken pathogeen te zijn in een zaailingentoets met ui. Het bestaan van twee verschillende subgroepen van *F. oxysporum* in ui is bevestigd door Taylor et al. (2013), die voornamelijk isolaten uit Engeland en enkele isolaten van Galván et al. hebben onderzocht.

De mogelijkheid van een schimmel om een plant te kunnen infecteren is afhankelijk van de aanwezigheid van specifieke virulentiefactoren die betrokken zijn bij de synthese van waardplant-specifieke toxines (Van der Does & Rep, 2007). Zo zijn er in tomaat geïnfecteerd met *F. oxysporum*

f. sp. *lycopersici* schimmeliwitten gevonden in het xylemsap, de zogenaamde Six eiwitten ('secreted in xylem') die waardplant-specifiek bleken te zijn (Rep et al., 2004). Voor een eenduidige karakterisatie van alle *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* isolaten ten opzichte van andere getoetste *formae speciales* bleek het karakteriseren van vier *SIX* genen voldoende en zeer robuust te zijn (Lievens et al., 2009). In een Japanse studie met *Fusarium*-isolaten geïsoleerd uit ui bleken vrijwel allemaal drie *SIX* gen-homologen (*SIX1*, *SIX5* en *SIX7*) te bevatten die niet voorkwamen in isolaten afkomstig uit stengelui. Dit resultaat was een eerste aanwijzing dat *Fusarium*-isolaten van ui en stengelui genetisch van elkaar verschillen (Sasaki et al., 2015). Daarnaast bleek er een verschil te zijn in virulentie tussen de ui- en de stengelui-isolaten. Over het algemeen bleek dat de virulentie van de stengelui-isolaten in ui lager was dan van de ui-isolaten. Ui-isolaten zonder *SIX* genen bleken niet pathogeen te zijn op ui. In hetzelfde jaar verscheen een publicatie van Taylor et al. (2015), die het belang van *SIX* genen bij de pathogeniteit van *Fusarium*-isolaten in ui bevestigden en enkele nieuwe kandidaateffectorgen beschreven die in alle FOC isolaten voorkwamen.

Doel Fusarium-onderzoek in Uireka

Dit rapport beschrijft het onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van de PPS AF-16051 Ketenbreed kwaliteitsonderzoek ui of Uireka in de periode 2017-2019. Het doel van het onderzoek was om de verspreiding van voor ui pathogene en niet-pathogene *Fusarium*-schimmels in Nederland in kaart te brengen. Het betreft een observationeel onderzoek waarbij getracht is om data-observaties te koppelen aan verschillende relevante variabelen. Het onderzoek kan leiden tot nieuw experimenteel onderzoek.

Het doel van het onderzoek is om antwoord te krijgen op de volgende onderzoeksvragen:

- Hoe is de verspreiding van *Fusarium oxysporum* over Nederlandse uienpercelen en hoeveel hiervan zijn pathogeen?
- Welke andere (niet voor ui pathogene) *Fusarium*-soorten komen we in Nederland tegen in uienpercelen?
- Is er een relatie tussen teeltmethoden, locaties, grondsoort, aantasting in het veld en na bewaring met het type *Fusarium*-schimmel?

2 Materiaal en methoden

2.1 Selectie van percelen en uienmonsters

Uienbollen zijn verzameld bij uientelers verspreid over Nederland. Om een goede verdeling van bedrijven over Nederland te kunnen maken is gebruik gemaakt van teeltinformatiegegevens van het CBS uit 2016. In dat jaar waren er 3.072 uientelers verspreid over 14 teeltgebieden (zie Tabel 1). In 2017 zijn uien verzameld bij 95 telers, waarbij ervoor gekozen is om meer bedrijven te bemonsteren in de grotere teelt-gebieden dan in de kleinere gebieden. In 2018 zijn uien verzameld bij 91 telers in de twee grootste teeltgebieden, namelijk de IJsselmeerpolders (Flevoland en Wieringermeerpolder) en het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied. Zowel de selectie van de locaties als de bemonstering van 5-10 bollen van gele zaaiuien is uitgevoerd door medewerkers van Bejo Zaden, Crop Solutions/CZAV, ENZA Zaden, Hazera en Van Iperen. Het protocol voor het verzamelen van uienbollen is toegevoegd als Bijlage 1. Voor het selecteren van de telers is geen rekening gehouden met een eventuele voorgeschiedenis van *Fusarium* bolrot op een bedrijf. Omdat het voor de werkgroep onvoorspelbaar was of er *Fusarium* gevonden zou worden in de bollen, is in 2017 besloten dat men zowel zieke als gezonde bollen kon inleveren voor het onderzoek, maar bij voorkeur zieke bollen. In 2018 is deze afspraak bijgesteld en is afgesproken dat er geen volledig rotte bollen ingeleverd zouden worden, vanwege de vele bacteriën in deze monsters die de uitgroei van schimmels verhinderden.

Tabel 1. Overzicht van aantallen uientelers in de teeltgebieden in Nederland in 2016 (data CBS) en bemonsterde bedrijven in 2017 en 2018.

Gebied	Aantal uientelers	Aantal bemonsterde bedrijven	
	in 2016	in 2017	in 2018
Hollands/Utrechts Weidegebied (HUW)	2		
Centraal Veehouderijgebied (CVG)	7	2	
Waterland en Droog-makerijen (WDM)	22	1	
Zuid-Limburg (ZL)	36	3	
Zuidwest-Brabant (ZWB)	39		
Rivierengebied (RG)	46	1	
Oostelijk Veehouderijgebied (OVG)	53	3	
Noordelijk Weidegebied (NWG)	56	4	
Veenkoloniën en Oldambt (VKO)	79		
Westelijk Holland (WH)	131	5	
Zuidelijk Veehouderijgebied (ZVG)	164	1	
Bouwhoek en Hogeland (BHL)	225	12	
IJsselmeerpolders (IJS)	1.087	29	46
Zuidwestelijk Akkerbouwgebied (ZWA)	1.125	34	45
Totaal	3.072	95	91

2.2 Identificatie van *Fusarium*-soorten in uienbollen

De bollen hebben een nummer gekregen, waarna genoteerd is of de bollen gezond of aangetast waren. Uit vijf uienbollen per teler zijn vier stukjes weefsel gesneden van 5x5 mm², twee van de basale plaat en twee van de rokken, die na uitwendige ontsmetting in 80% ethanol en 3x spoelen met steriel water zijn overgebracht op petrischalen met Komada-medium, een selectief medium voor *Fusarium*-schimmels dat de uitgroei van andere schimmels gedeeltelijk voorkomt. De stukjes hebben een nummer gekregen zodat aan het nummer te zien was van welke bol en van welke teler het weefselstukje afkomstig was. De schalen zijn weggezet in het donker bij 20 °C. Na zes dagen zijn de schimmels die uit de weefsels groeiden overgezet op petrischalen met PDA.

DNA is geïsoleerd uit tenminste één schimmelisolaat per locatie. Indien er van een locatie meer dan één *Fusarium*-soort leek te zijn uitgegroeid, is DNA geïsoleerd van meerdere isolaten van dezelfde locatie. PCR is uitgevoerd met soort-specifieke primers voor *Fusarium*-schimmels (Edel-Herman et al., 2015). Na sequencing van de PCR-fragmenten zijn de verkregen sequenties vergeleken met sequenties uit de NCBI database waarna de *Fusarium*-soorten konden worden vastgesteld. Pathogeniteit van *F. oxysporum* isolaten is vastgesteld op basis van de aanwezigheid van drie of meer SIX genen: SIX3, SIX5, SIX7, SIX9, SIX10, SIX12, SIX14 en de kandidaat effector-genen CRX1, CRX2FP en C5 (Taylor et al., 2016). Voor SIX3 is een nieuwe set primers ontwikkeld, omdat de door Taylor et al. (2016) gepubliceerde primers niet werkzaam bleek.

2.3 Relatie *Fusarium*-soorten en teelt

Telers hebben een vragenlijst ingevuld over het perceel waar de verzamelde bollen zijn geteeld (zie Bijlage 2). Daarnaast hebben zij resultaten van de grondmonsteranalyse en de teelt-registratieformulieren beschikbaar gesteld voor het onderzoek. Deze informatie is geanonimiseerd en gekoppeld aan de resultaten verkregen onder 2.2 om te onderzoeken of er een relatie is tussen teeltmethoden, bodemgesteldheid en het gebruik van bepaalde rassen enerzijds en de aanwezigheid van pathogene *Fusarium*-soorten in de uienbollen anderzijds. Hiervoor is een Chi-kwadraattoets gebruikt om de verdeling van geobserveerde aantallen bedrijven met en zonder pathogene *Fusarium oxysporum* over de verschillende parameters met de verwachte aantallen te vergelijken.

3 Resultaten

3.1 Bemonstering

Uienbollen zijn kort voor of na de oogst verzameld op 95 locaties in 2017 en op 91 locaties in 2018. In 2017 waren eind september 64 monsters ingeleverd, de overige volgden in de loop van oktober, november en begin december. In 2018 waren de meeste uienbollen in september en oktober ingeleverd.

3.2 Identificatie van *Fusarium*-soorten in uienbollen

Schimmels zijn geïsoleerd uit uienbollen van vrijwel elke locatie, behalve van een aantal locaties in 2017 doordat de ingeleverde uienbollen volledig rot waren. In 2017 was in 44% van de ingeleverde bollen enige mate van bruinverkleuring te zien vanuit de bolstoel. In 2018 was dat veel minder vaak het geval, namelijk in 17% van de bollen. In 2017 was 59% van de geïsoleerde schimmels afkomstig van de basale plaat, in 2018 was dit 69%. In 2017 zijn er 206 isolaten geselecteerd en verder onderzocht. Hiervan bleken er 197 *Fusarium*-schimmels te zijn, welke afkomstig waren van 83 locaties. In 2018 hebben we 401 isolaten geselecteerd, waarvan er 379 behoorden tot *Fusarium*. Deze waren afkomstig van alle bemonsterde locaties.

De meeste isolaten waren in beide jaren *F. oxysporum*, zowel pathogeen als niet-pathogeen (zie Tabel 2). Pathogene *F. oxysporum* of FOC zijn in 2017 gevonden op 44 van de 95 locaties verdeeld over bijna alle onderzochte teeltregio's. Op diverse locaties vonden we ook niet-pathogene *F. oxysporum* of andere *Fusarium*-schimmels. In 2018 vonden we FOC op 51 van de 91 locaties. In beide jaren troffen we op diverse locaties meer dan één *Fusarium*-soort aan. Na *F. oxysporum* was dit meestal *F. solani*, namelijk op 19 locaties in 2017 en op 70 locaties in 2018. In mindere mate zijn gevonden *F. proliferatum* (op 12 locaties in 2017 en 7 in 2018), *F. redolens* (op drie locaties in 2017 en twee in 2018), *F. commune* (op twee locaties in 2017) en *F. accuminatum* (op twee locaties in 2017). Van enkele *Fusarium*-isolaten kon de soort niet worden vastgesteld.

In beide jaren lijken er regionale verschillen te zijn tussen het percentage FOC in de IJsselmeerpolders en het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied. In 2017 werd FOC in 17 van de 29 locaties (59%) in de IJsselmeerpolders gevonden en in 11 van de 34 locaties (32%) in het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied. In 2018 was dit in respectievelijk 33 van de 46 locaties (72%) en in 18 van de 45 locaties (40%). Zulke regionale verschillen kunnen een gevolg zijn van een toevallige selectie van de locaties in beide gebieden of van de selectie van de uienbollen doordat verschillende personen in beide gebieden de monsternamen hebben uitgevoerd en er slechts vijf uienbollen uit één perceel zijn verzameld (zie verdere beschrijving onder 3.3).

Tabel 2. Aantallen bedrijven waarop *Fusarium*-schimmels zijn gevonden in een bepaald teeltgebied in 2017 en 2018.

Jaar	Gebied	Aantal bedrijven	<i>F. oxysporum</i> – SIX (niet pathogeen)	<i>F. oxysporum</i> + SIX (pathogeen)	<i>F. solani</i>	<i>F. proliferatum</i>	<i>F. redolens</i>	<i>F. acuminatum</i>	<i>F. commune</i>	nv*
2017	CVG	2	2			1			1	
	WDM	1								
	ZL	3	3	1	2					
	RG	1		1						
	OVG	3	2	1	2	1			1	
	NWG	4	1	3		1	1			
	WH	5	1	3	1			1		1
	ZVG	1	1	1						
	BHL	12	3	6	2	1	1			1
	IJS	29	10	17	5	2				1
	ZWA	34	22	11	7	6	1	2		
	Totaal	95	45	44	19	12	3	3	2	3
2018	IJS	46	31	33	34	3				3
	ZWA	45	28	18	36	4	2			6
	Totaal	91	59	51	70	7	2	0	0	9

*nv=niet vastgesteld

De telers die hebben meegedaan aan het onderzoek zijn op de hoogte gebracht of FOC in hun uienmonsters is vastgesteld of niet. Om de aanwezigheid van bolrot-veroorzakende *Fusarium*soorten eenvoudiger te presenteren zijn de resultaten per bedrijf als volgt samengevat:

- Categorie A. Er is geen *Fusarium* gevonden in de monsters van de uienbollen.
- Categorie B. Er is uitsluitend niet-pathogene *F. oxysporum* gevonden (dus ook geen andere *Fusarium*-schimmels).
- Categorie C. Er is FOC gevonden, soms naast andere *Fusarium*-schimmels.,
- Categorie D. Er zijn verschillende *Fusarium*-soorten gevonden, maar geen FOC (Tabel 3).

Biotoetsen zijn nodig om vast te stellen of schimmels die in categorie D zijn gevonden bolrot kunnen veroorzaken. Categorie A is in 2018 niet aangetroffen. Een belangrijk verschil tussen beide jaren is de temperatuur. De gemiddelde dagtemperatuur was in juli en augustus 2018 respectievelijk 2,8 °C en 1,7 °C hoger dan in dezelfde maanden in 2017 (bron KNMI). Misschien heeft deze hoge temperatuur ertoe geleid heeft dat zowel *F. oxysporum* als *F. solani* zich in 2018 beter heeft kunnen ontwikkelen dan in 2017, zodat we deze schimmel in 2018 veel vaker hebben aangetroffen dan in 2017.

Tabel 3. Samenvatting van de resultaten per bedrijf van gevonden *Fusarium*-schimmels, categorie A=geen *Fusarium*, B= alleen niet-pathogene *F. oxysporum*, C= pathogene *F. oxysporum* en eventueel andere *Fusarium*-schimmels, D= geen *F. oxysporum*, wel andere *Fusarium*-schimmels.

Gebied	2017				2018					
	A	B	C	D	Totaal	A	B	C	D	Totaal
CVG		1		1	2					
WDM	1				1					
ZL		1	1	1	3					
RG			1		1					
OVG			1	2	3					
NWG			3	1	4					
WH	1		3	1	5					
ZVG			1		1					
BHL	2	1	6	3	12					
IJS	6	3	17	3	29	0	2	33	11	46
ZWA	2	11	10	11	34	0	1	18	26	45
Totaal	12	17	43	23	95	0	3	51	37	91

Uientelers die de uitslag “Categorie C” hebben ontvangen kunnen Fusariumbolrot in hun uien verwachten. Of dit in de praktijk gebeurt, hangt natuurlijk wel af van de mate van besmetting in het veld, alsmede van abiotische factoren die noodzakelijk zijn voor schimmelinfecties. Een andere uitslag (Categorie A, B of D) betekent niet dat er geen FOC in het perceel of in de uien voorkomt, maar alleen dat in de monsters die zijn genomen uit de uienbollen geen FOC is waargenomen.

3.3 Relatie *Fusarium*-soorten en teelt

Vragenlijsten, grondmonsteranalyse en teeltregistratieformulieren zijn in beide jaren in veel gevallen direct met de uienmonsters meegegeven of later per email toegestuurd. Informatie uit deze lijsten en formulieren is gebruikt om na te gaan of er een relatie gevonden kon worden tussen de aanwezigheid van FOC in de uienbollen en de gebruikte teeltmethoden, locaties en grondsoort.

Rassen en zaaidata

De eerste vragen van de vragenlijst betroffen het uienras dat is geteeld en de zaaidatum. In 2017 hebben 82 van de 95 telers laten weten dat zij in totaal 28 verschillende rassen hebben geteeld. Vier telers teelden twee verschillende rassen. Twee rassen werden twaalf keer geteeld, één ras tien keer, één ras negen keer, één ras vijf keer, één ras vier keer, drie rassen drie keer, zes rassen twee keer en dertien rassen één keer. In 2018 werden er 26 rassen geteeld door 88 van de 91 telers, waarbij één teler twee rassen teelde. Eén ras werd elf keer geteeld, één ras tien keer, één ras negen keer, één ras acht keer, één ras zes keer, drie rassen vijf keer, drie rassen vier keer, vier rassen twee keer en tien rassen één keer. Door de grote variatie in geteelde rassen, is het vaststellen van een verband tussen de aanwezigheid van FOC en het geteelde ras niet mogelijk. Zaaidata varieerden van 14 maart tot 20 april 2017 en van 18 maart tot en met 7 mei 2018. Er is geen verband gevonden tussen vroege of late zaai of hoeveelheid zaai en de aanwezigheid van FOC.

Voorvruchten

Vervolgens is gevraagd naar de geteelde voorvrucht(en) en naar het laatste jaar waarin uien geteeld waren op het huidige gebruikte perceel. In 2017 hebben 83 van de 95 telers informatie verstrekt over de door hen geteelde voorvruchten. Het gewas dat het meest gebruikt is als voorvrucht is tarwe (48x), gevolgd door suikerbiet (13x), aardappel (10x) en peen (4x). Voorts is een aantal verschillende gewassen één of twee keer als voorvrucht genoemd, namelijk aardbei, erwt, tuinboon, sluitkool en gras. Er is geen verband gevonden tussen de teelt van een bepaalde voorvrucht en de aanwezigheid van pathogene *F. oxysporum* in de uienbollen. Zowel bij een rotatie van 1 op 5, 1 op 6 als ook 1 op 7 is soms wel en soms geen FOC gevonden. In 2018 zie we hetzelfde beeld: tarwe (38x), biet (17x), aardappel (7x) en peen (4x). Verder nog gras of grasklaver (8x), tulpen (3x), en één keer uien, wintergerst en zomergerst.

Aanwezigheid van Fusarium eerder vastgesteld op bedrijf of perceel?

Alhoewel de percelen random zijn gekozen, bleken diverse telers in beide jaren eerder Fusariumbolrot in uien waargenomen of vermoed te hebben op hun bedrijf of zelfs in het gebruikte perceel (zie Tabel 4). In 2017 antwoordden 57 telers dat zij eerder Fusarium op hun bedrijf hadden gehad, tegenover 27 telers die dit niet hadden gehad. Van 11 telers is geen informatie ontvangen. Van de telers die eerder Fusarium op hun bedrijf hebben waargenomen of vermoed kwamen er 19 uit de IJsselmeerpolders en 27 uit het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied. Van deze telers is FOC aangetroffen bij 13 telers uit de IJsselmeerpolders en 10 telers uit het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied. Van de telers die eerder Fusarium hadden gevonden op hun bedrijf hebben 28 telers aangegeven ook eerder Fusarium te hebben gevonden in het perceel waar zij de uien teelden. Ook bij bedrijven en percelen waar men niet eerder Fusarium heeft aangetroffen of vermoed is FOC in geringe mate gevonden (Tabel 4). Bij telers uit andere regio's is FOC ongeveer even vaak aangetroffen als bij telers die eerder Fusarium hadden gevonden als bij telers die dit niet hadden gevonden.

Tabel 4. Aantallen bedrijven en locaties waarvan de teler aangaf dat er eerder FOC is gevonden of vermoed. Tussen haakjes staat het aantal bedrijven waar in de verzamelde uienbollen FOC is waargenomen.

2017	FOC eerder op bedrijf			FOC eerder in perceel		
	Ja	Nee	Onbekend	Ja	Nee	Onbekend
IJS	19 (13)	6 (2)	4 (2)	12 (8)	6 (4)	1 (1)
ZWA	27 (10)	3 (0)	4 (0)	11 (5)	14 (3)	2 (2)
Overig	11 (6)	18 (9)	3 (2)	5 (2)	5 (3)	1 (0)
2018	Ja	Nee	Onbekend	Ja	Nee	Onbekend
IJS	39 (29)	6 (3)	1 (0)	25 (20)	13 (8)	1 (1)
ZWA	40 (15)	2 (2)	3 (1)	22 (7)	13 (4)	5 (4)

In 2018 antwoordden 79 van de 91 telers dat zij eerder Fusarium op hun bedrijf hadden gehad of vermoed. Dit betrof 39 telers uit de IJsselmeerpolders en 40 uit het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied. Ook in 2018 leek het aandeel bedrijven met FOC in de IJsselmeerpolders hoger dan in Zeeland (72% versus 37%). Het verschil tussen de twee regio's kan een verschil zijn in monsternamen (zie ook onder 3.2). Het is ook mogelijk dat de regio's verschillen in de mate van besmetting. Bij een hogere besmettingsgraad zullen bollen met Fusarium-besmetting eerder worden gevonden. Vervolgonderzoek is nodig om dit vast te kunnen stellen.

Beregenen

Van de 82 telers die in 2017 de vraag beantwoordden of zij de uien hadden beregend tijdens de teelt, gaven 24 telers aan dat zij dit gedaan hadden (Tabel 5). Bij 11 van deze telers hebben wij FOC aangetroffen in de uienbollen, bij de overige 9 telers vonden wij andere *Fusarium*-soorten. Van de 58telers die niet beregend hadden is bij 27telers FOC vastgesteld, Bij de overige 31telers zijn niet pathogene *F. oxysporum* of andere *Fusarium*-soorten gevonden. In het droge en warme jaar 2018 hebben 69 van de 84 telers die deze vraag beantwoordden beregening toegepast. Dit betrof 41 telers uit de IJsselmeerpolders en 28 uit het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied. Bij 30 van deze telers uit de IJsselmeerpolders en bij 9 uit het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied is FOC in de uienbollen aangetroffen, net als bij 8 van de 15 telers die niet hadden beregend. Geen informatie is opgevraagd waarom telers niet hebben beregend: vond men het niet nodig omdat er voldoende regen is gevallen of was het niet mogelijk, bijvoorbeeld vanwege te hoog zoutgehalte in het grondwater. Op de vraag wanneer en hoe vaak er is beregend zijn slechts enkele reacties binnengekomen. Op grond van deze data is het niet mogelijk om een uitspraak te doen over het effect van beregenen op de ontwikkeling van *Fusarium* in de bol.

Tabel 5. Aantallen bedrijven en locaties waarvan de teler aangaf dat er beregend is. Tussen haakjes staat het aantal bedrijven waar in de verzamelde uienbollen FOC is waargenomen.

2017	Beregenen		
	Ja	Nee	Onbekend
IJS	7 (4)	17 (10)	5 (3)
ZWA	10 (4)	19 (6)	5 (0)
Overig	7 (3)	22 (11)	3 (2)
2018	Ja	Nee	Onbekend
IJS	41 (30)	2 (2)	3 (1)
ZWA	28 (9)	13 (6)	4 (1)

Maatregelen

In 2017 hebben 42 telers aangegeven welke maatregelen ze zouden willen treffen als er problemen met *Fusarium* in hun grond zijn. Zestien telers noemden rassenkeuze als maatregel. Ander telers gaven aan de bodemstructuur te willen verbeteren, door de teelt van groenbemesters of verbetering van de afwatering. Drie telers noemden dat zij in dat geval een ruimere rotatie wilden toepassen, waarbij één teler aangaf over te willen gaan naar een 1 op 8 rotatie. Twee telers wilden gebruik maken van een ander perceel en twee telers schreven te zullen stoppen met het telen van uien of sjalotten. Twaalf telers denken geen maatregelen te zullen nemen. Enkele telers hebben meer dan één maatregel aangegeven.

In 2018 hebben 83 telers deze vraag beantwoord door op het formulier een keuze te kunnen maken uit een aantal maatregelen en daar eventueel zelf nog maatregelen aan te kunnen toe voegen. Het verbeteren van de bodemstructuur werd het vaakst aangevinkt (34x), naast een ruimere rotatie (26x), de teelt van groenbemesters (24x), rassenkeuze (23x), schoffelen (20x) en het verbeteren van de afwatering door het aanleggen van drainagesystemen (18x). Negen telers noemden later zaaien als maatregel en negen andere telers gaven aan geen maatregelen te zullen nemen. Toepassen van champost, compost, diep woelen of juist ondieper ploegen, gebruik van vinasse, koper, en verhogen van de bodemweerbaarheid werden allemaal één keer genoemd.

Resultaten van de teeltregistratie

Van de teeltregistratieformulieren zijn alle gewasbeschermingsmiddelen die gedurende de teelt gebruikt zijn overgenomen voor analyse. Dit betrof echter een dermate divers scala van meer dan honderd middelen dat het niet mogelijk bleek om een verband te vinden tussen de aanwezigheid van FOC in uienbollen en het gebruik van een bepaald middel. Hetzelfde geldt voor de bemestingsgegevens. Alhoewel bepaalde meststoffen uiteraard door veel telers gebruikt zijn, zijn er ook allerlei meststoffen door slechts enkele telers gebruikt. De grote variabiliteit in gebruikte middelen en momenten van toediening maakt het bij de relatief beperkte FOC data niet mogelijk om een verband te vinden tussen middelen en de aanwezigheid van FOC.

Resultaten van bodemanalyses

De ontvangen bodemanalyses zijn uitgevoerd door vier verschillende laboratoria. Om de data zoveel mogelijk met elkaar te kunnen vergelijken en om zoveel mogelijk datapunten per meetwaarde te verkrijgen is een keuze gemaakt voor de volgende vergelijkingen: Ntotaal, C/N ratio, N-leverend vermogen, P-PAE, PAL, Pw, K, S, Ca, Mg, pH, bodemleven, grondsoort, kruim en slemp (zie Bijlage 3). In de tabel staan de aantallen bedrijven waar FOC is waargenomen ten opzichte van de aantallen bedrijven met alleen andere *Fusarium*-schimmels (waarbij categorie B en D zijn samengevoegd) in relatie tot de gemeten bodemelementen, fysische en biologische kenmerken. Een vergelijking tussen geobserveerde en verwachte aantallen en de verdeling van deze aantallen over de klassen leverde geen significante verschillen op (Chi-kwadraattoets). Dat betekent dat er op basis van de huidige dataset geen conclusies kunnen worden getrokken over het bestaan van een relatie tussen de aanwezigheid van pathogene *Fusarium*-soorten en de bodemanalyses.

4 Conclusies en aanbevelingen

Het doel van dit project is om antwoord te krijgen op de volgende onderzoeksvragen

- Hoe is de verspreiding van *Fusarium oxysporum* over Nederlandse uienpercelen en hoeveel hiervan zijn pathogeen?
- Welke andere (wel of niet voor ui pathogene) *Fusarium*-soorten komen we in Nederland tegen in uienpercelen?
- Is er een relatie tussen teeltmethoden, locaties, grondsoort, aantasting in het veld en na bewaring met het type *Fusarium*-schimmel?

Het onderzoek heeft geleid tot de volgende antwoorden

- Het is duidelijk dat pathogene *F. oxysporum* of FOC verspreid voorkomt over heel Nederland, zowel in gebieden met veel uien als in gebieden met weinig uien.
- Naast *F. oxysporum* zijn de volgende soorten geïsoleerd uit gewasmonsters: *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. commune* en *F. accuminatum*. Hiervan zijn *F. solani*, *F. proliferatum* en *F. redolens* eerder in verband gebracht met Fusarium bolrot in ui.
- We hebben geen relatie kunnen aantonen tussen teeltmethoden, locaties, en grondsoort met de aanwezigheid van FOC in de bemonsterde uienbollen. Dat wil niet zeggen dat deze relatie niet bestaat. Dit onderzoek betrof een observationele studie waarbij gebruik gemaakt is van praktijkpercelen. Experimentele studies met voldoende herhalingen zijn nodig om te onderzoeken of een bepaalde teeltmethode effectief kan zijn tegen FOC. Vooralsnog hebben we geen aanwijzingen gevonden in welke richting gedacht moet worden.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

- Fusarium bolrot in ui kan dus in heel Nederland een probleem vormen. Of de aanwezigheid van de schimmel tot schade leidt hangt onder andere af van de mate waarin de schimmel in het veld voorkomt. De ontwikkeling van een kwantitatieve detectiemethode om de aanwezigheid én verspreiding van de schimmel in een perceel te kunnen vaststellen kan gebruikt worden om nauwkeurig te kunnen voorspellen hoe groot de kans is dat de ziekte optreedt. Vervolgonderzoek is hiervoor noodzakelijk.
- Op locaties waar telers problemen hebben met bolrot maar waar geen FOC in de uienmonsters is gevonden, is het belangrijk dat men zich realiseert dat deze schijnbare discrepantie een gevolg kan zijn van bemonstering. Immers, er zijn van een perceel slechts vijf uienbollen opgestuurd waarvan vervolgens monsters zijn genomen van de basale plaat en van de rokken. Bij dit lage aantal is het denkbaar dat FOC bij deze bemonstering gemist is. Het is ook denkbaar dat dit onderzoek leidt tot een overschatting van het aantal bedrijven in Nederland met FOC, bijvoorbeeld als er voornamelijk telers met bolrotproblemen interesse hadden in participatie in dit onderzoek.
- Om te onderzoeken of isolaten van *F. solani*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. commune* en *F. accuminatum* pathogeen zijn op ui is de uitvoering van biotoetsen noodzakelijk.

Literatuur

du Toit, LJ, Inglis, DA, and Pelter, GQ (2003) *Fusarium proliferatum* pathogenic on onion bulbs in Washington. *Plant Disease* 87, 750– 750.

Edel-Hermann V, Gautheron N, Mounier A, and Steinberg C (2015) *Fusarium* diversity in soil using a specific-molecular approach and a cultural approach. *Journal of Microbiological Methods* 111, 64– 71.

Entwistle, AR (1990) Root diseases. In: *Onions and Allied Crops* (J.L. Brewster, ed.), pp. 103– 154. Boca Raton, FL: CRC Press.

Galván, G, Koning-Boucoiran, C, Koopman, W, Burger-Meijer, K, González, P, Waalwijk, C, Kik, C and Scholten, OE (2008) Genetic variation among *Fusarium* isolates from onion, and resistance to *Fusarium* basal rot in related *Allium* species. *European Journal of Plant Pathology* 121, 499– 512.

Rep, M, Van Der Does, HC, Meijer, M, Van Wijk, R, Houterman, PM, Dekker, HL, De Koster, CG and Cornelissen, BJC (2004) A small, cysteine-rich protein secreted by *Fusarium oxysporum* during colonization of xylem vessels is required for I-3-mediated resistance in tomato. *Molecular Microbiology* 53, 1373– 1383.

Sasaki, K, Nakahara, K, Tanaka, S, Shigyo, M and Ito, SI (2015) Genetic and pathogenic variability of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* isolated from onion and Welsh onion in Japan. *Phytopathology* 105, 525– 532

Taylor, A, Vagany, V, Barbara, DJ, Thomas, B, Pink, DAC, Jones, JE and Clarkson, JP (2013) Identification of differential resistance to six *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* isolates in commercial onion cultivars through the development of a rapid seedling assay. *Plant Pathology* 62, 103– 111.

Taylor A, Vagany V, Jackson A, Harrison RJ, Rainoni AGA, Clarkson JP (2016) Identification of pathogenicity-related genes in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Molecular Plant Pathology* 17, 1032-1047.

Van der Does, HC & Rep M (2007) Virulence genes and the evolution of host specificity in plant-pathogenic fungi *Molecular Plant Microbe Interactions* 20, 1175-82.

Betrokken partijen

Jaap de Zeeuw, Uienplatform (voorzitter); Heleen Bukman & Anneke Kroes, Bejo; Just Hamming, Crop Solutions; Bram van Staalduinen & Esther Pelt-Koomen, ENZA; Frank Druyff (tot april 2018) & Katinka Kristelijn (vanaf maart 2018), Hazera; Pim Vergeer (vanaf maart 2018), Takii Europe; Cor Eldering, Van Iperen; Olga Scholten & Karin Burger, Wageningen University and Research.

Bijlage 1. Protocol verzamelen uienbollen

- De bedrijven in de Fusarium-werkgroep benaderen de uientelers met verzoek om deelname aan het project. De keuze voor de telers is een random keuze waarbij geen rekening wordt gehouden met de eventuele aanwezigheid van Fusarium in het veld.
- Het onderzoek richt zich op gele zaaiuien.
- De bedrijven maken afspraken over de datum van monstername.
- De uien worden kort voor de oogst verzameld.
- De bedrijven ontvangen van WUR een gelabeld doosje voor elke teler bij wie zij uienbollen gaan verzamelen. Op het label staan de naam en het nummer van de teler. In het doosje zit een informatiefolder over het project (bijlage 2). en een gelabelde vragenlijst voor de telers, verder een gelabeld netje voor de uien en een gelabeld 50 ml buisje voor grond.
- Op de dag van monstername, overhandigen de monsterverzamelaars de telers de informatiefolder. Vervolgens bespreken zij de vragenlijst met de teler en vullen deze samen in. De ingevulde vragenlijst wordt teruggelegd in de doos.
- Per perceel worden 5 uienbollen verzameld. Afgesproken is om indien mogelijk zieke uienbollen te selecteren. Als er geen zieke bollen zijn dan worden gezonde bollen verzameld. De bollen worden samen in het netje gedaan. *Toegevoegd in 2018: de uienbollen mogen niet volledig rot mogen zijn.*
- Grondmonsters van 50 ml worden genomen op de plaatsen waar de uienbollen zijn verzameld. *In 2018 is dit niet gedaan, omdat in 2017 bleek dat we uit de meeste uienbollen Fusarium konden isoleren.*
- Doosjes met 5-10 uienbollen, een buisje met grond en een ingevuld vragenformulier worden opgestuurd of afgeleverd bij de WUR vanaf half augustus tot de laatste week september.

Bijlage 2. Vragenlijst telers

Telernummer:

Vertrouwelijk - Vragenlijst voor telers Uienketen project Fusarium-onderdeel

Algemene gegevens			
Naam		Telefoon	
Plaats		Emailadres	
Gegevens uienteelt (alleen gele zaaiuien)			
Uienras		Voorvrucht 2017	
Zaaidatum		In welk jaar laatste keer uien geteeld op dit perceel	
Datum 80% opkomst		Biologisch (sinds)/ gangbaar	
Voeg de volgende formulieren toe:			
<input type="checkbox"/> Kopie van het bodem- en bemestingsonderzoek (o.a. Eurofins) van <u>dit</u> perceel <input type="checkbox"/> Kopie van de teeltregistratie			
Vragen m.b.t. Fusarium-bolrot in ui			
Is er op uw bedrijf ooit Fusarium in de uienbollen gevonden?		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee	
Is er ooit Fusarium gevonden op het perceel waar u nu uien teelt?		<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee	
Welke maatregelen heeft u genomen?		<input type="checkbox"/> Ander ras geteeld, namelijk... <input type="checkbox"/> Later zaaien <input type="checkbox"/> Ruimere rotatie <input type="checkbox"/> Groenbemester als voorvrucht <input type="checkbox"/> Verbeteren van de bodemstructuur <input type="checkbox"/> Verbeteren drainage <input type="checkbox"/> Niet meer beregenen <input type="checkbox"/> Schoffelen <input type="checkbox"/> Anders, namelijk...	
Heeft u beregend? Zo ja, hoe vaak en wanneer?		<input type="checkbox"/> Ja, bij zaai 1x 2x 3x of meer (omcirkelen) <input type="checkbox"/> Ja, tijdens groeiseizoen, 1x 2x 3x of meer (omcirkelen) <input type="checkbox"/> Nee	
Naam, emailadres en 06-nummer van de vertegenwoordiger van de klant/teler:			

Alle informatie die u beschikbaar stelt ten behoeve van het onderzoek zal vertrouwelijk worden behandeld door Wageningen University & Research. Wageningen University & Research zal deze informatie alleen gebruiken voor de uitvoering van het onderzoek en niet delen met derden. Resultaten die voortvloeien uit het onderzoek zullen alleen op hoofdlijnen worden gepresenteerd, zonder dat traceerbaar is van welk specifieke perceel de resultaten afkomstig zijn. Telers die deelnemen aan dit project krijgen in begin 2018 een email waarin vermeld staat of er Fusarium-schimmels in de uienbollen gevonden zijn, die zij beschikbaar gesteld hebben voor het project.

Bijlage 3. Analyses

Aantallen bedrijven waar FOC is waargenomen ten opzichte van aantallen bedrijven met alleen andere Fusarium-schimmels in relatie tot bodemelementen, fysische en biologische kenmerken. Een vergelijking tussen waargenomen en verwachte aantallen en de verdeling van deze aantallen over de klassen leverde geen significante verschillen (χ^2 toets).

2017					2018					
N-totale bodemvoorraad mg N/kg					N-totale bodemvoorraad mg N/kg					
Klassen	<1250	1250-1850	≥1850	Totaal	Klassen	<1250	1250-1850	≥1850	Totaal	
Waarneming	FOC	15	14	8	37	FOC	11	12	8	31
	anders	13	10	5	28	anders	7	5	8	20
	Totaal	28	24	13	65	Totaal	18	17	16	51
Verwachting	FOC	15.9	13.7	7.4	37	FOC	10.9	10.3	9.7	31
	anders	12.1	10.3	5.6	28	anders	7.1	6.7	6.3	20
	Totaal	28	24	13	65	Totaal	18	17	16	51
C/N ratio					C/N ratio					
Klassen	<10	10-12.5	≥12.5	Totaal	Klassen	<10	10-12.5	≥12.5	Totaal	
Waarneming	FOC	14	18	5	37	FOC	10	25	4	39
	anders	9	15	4	28	anders	14	18	5	37
	Totaal	23	33	9	65	Totaal	24	43	9	76
Verwachting	FOC	13.1	18.8	5.1	37	FOC	12.3	22.1	4.6	39
	anders	9.9	14.2	3.9	28	anders	11.7	20.9	4.4	37
	Totaal	23	33	9	65	Totaal	24	43	9	76
N-leverend vermogen kg N/ha					N-leverend vermogen kg N/ha					
Klassen	<70	70-90	≥90	Totaal	Klassen	<70	70-90	≥90	Totaal	
Waarneming	FOC	12	16	8	36	FOC	16	14	8	38
	anders	11	12	5	28	anders	11	11	14	36
	Totaal	23	28	13	64	Totaal	27	25	22	74
Verwachting	FOC	12.9	15.8	7.3	36	FOC	13.9	12.8	11.3	38
	anders	10.1	12.3	5.7	28	anders	13.1	12.2	10.7	36
	Totaal	23	28	13	64	Totaal	27	25	22	74
PPAE mg P/kg					PPAE mg P/kg					
Klassen	<1	1-2	≥2	Totaal	Klassen	<1	1-2	≥2	Totaal	
Waarneming	FOC	9	17	10	36	FOC	12	11	10	33
	anders	5	12	11	28	anders	4	11	8	23
	Totaal	14	29	21	64	Totaal	16	22	18	56
Verwachting	FOC	7.9	16.3	11.8	36	FOC	9.4	13.0	10.6	33
	anders	6.1	12.7	9.2	28	anders	6.6	9.0	7.4	23
	Totaal	14	29	21	64	Totaal	16	22	18	56
PAL mg P ₂ O ₅ /100 g					PAL mg P ₂ O ₅ /100 g					
Klassen	<40	40-60	≥60	Totaal	Klassen	<40	40-60	≥60	Totaal	
Waarneming	FOC	10	15	12	37	FOC	4	18	12	34
	anders	7	11	10	28	anders	5	11	16	32
	Totaal	17	26	22	65	Totaal	9	29	28	66
Verwachting	FOC	9.7	14.8	12.5	37	FOC	4.6	14.9	14.4	34
	anders	7.3	11.2	9.5	28	anders	4.4	14.1	13.6	32
	Totaal	17	26	22	65	Totaal	9	29	28	66
Pw mg P ₂ O ₅ /l					Pw mg P ₂ O ₅ /l					
Klassen	<30	30-40	≥40	Totaal	Klassen	<30	30-40	≥40	Totaal	
Waarneming	FOC	11	15	10	36	FOC	13	14	12	39
	anders	6	16	6	28	anders	9	17	8	34
	Totaal	17	31	16	64	Totaal	22	31	20	73
Verwachting	FOC	9.6	17.4	9.0	36	FOC	11.8	16.6	10.7	39
	anders	7.4	13.6	7.0	28	anders	10.2	14.4	9.3	34
	Totaal	17	31	16	64	Totaal	22	31	20	73
K mg K/kg					K mg K/kg					
Klassen	<30	30-70	≥70	Totaal	Klassen	<20	20-25	≥25	Totaal	
Waarneming	FOC	9	11	16	36	FOC	6	17	14	37
	anders	9	8	9	26	anders	5	13	14	32
	Totaal	18	19	25	62	Totaal	11	30	28	69
Verwachting	FOC	10.5	11.0	14.5	36	FOC	5.9	16.1	15.0	37
	anders	7.5	8.0	10.5	26	anders	5.1	13.9	13.0	32
	Totaal	18	19	25	62	Totaal	11	30	28	69

2017					2018							
S-leverend vermogen kgS/ha					S-leverend vermogen kgS/ha							
Klassen	<20	≥20	Totaal		Klassen	<20	≥20	Totaal				
Waarneming	FOC	12	18	30	FOC	15	20	35				
	anders	13	8	21	anders	18	18	36				
	Totaal	25	26	51	Totaal	33	38	71				
Verwachting	FOC	11.7	12.2	30	FOC	16.3	18.7	35				
	anders	8.2	8.5	21	anders	16.7	19.3	36				
	Totaal	25	26	64	Totaal	33	38	71				
Ca-plantbeschikbaar kg Ca/ha					Ca-plantbeschikbaar kg Ca/ha							
Klassen	<200	200-400	≥400	Totaal	Klassen	<200	200-400	≥400	Totaal			
Waarneming	FOC	9	11	4	24	FOC	13	15	4	32		
	anders	8	9	2	19	anders	14	13	6	33		
	Totaal	17	20	6	43	Totaal	27	28	10	65		
Verwachting	FOC	9.5	11.2	3.3	24	FOC	13.3	13.8	4.9	32		
	anders	7.5	8.8	2.7	19	anders	13.7	14.2	5.1	33		
	Totaal	17	20	6	43	Totaal	27	28	10	65		
Mg-plantbeschikbaar mg Mg/kg					Mg-plantbeschikbaar mg Mg/kg							
Klassen	<60	60-80	≥80	Totaal	Klassen	<60	60-80	≥80	Totaal			
Waarneming	FOC	9	14	13	36	FOC	6	12	12	30		
	anders	7	5	15	27	anders	3	5	15	23		
	Totaal	16	19	28	63	Totaal	9	17	27	53		
Verwachting	FOC	9.1	10.9	16.0	36	FOC	5.1	9.6	15.3	30		
	anders	6.9	8.1	12.0	27	anders	3.9	7.4	11.7	23		
	Totaal	16	19	28	63	Totaal	9	17	27	53		
pH					pH							
Klassen	<7	7-7.5	≥7.5	Totaal	Klassen	<7	7-7.5	≥7.5	Totaal			
Waarneming	FOC	6	21	10	37	FOC	0	33	6	39		
	anders	8	15	6	29	anders	0	34	3	37		
	Totaal	14	36	16	66	Totaal	0	67	9	76		
Verwachting	FOC	7.8	20.2	9.0	37	FOC	0.0	34.4	4.6	39		
	anders	6.2	15.8	7.0	29	anders	0.0	32.6	4.4	37		
	Totaal	14	36	16	66	Totaal	0	67	9	76		
Bodemleven mg N/kg					Bodemleven mg N/kg							
Klassen	<30	30-40	≥40	Totaal	Klassen	<30	30-40	>40	Totaal			
Waarneming	FOC	15	6	5	26	FOC	16	10	5	31		
	anders	8	5	5	18	anders	14	9	10	33		
	Totaal	23	11	10	44	Totaal	30	19	15	64		
Verwachting	FOC	13.6	6.5	5.9	26	FOC	14.5	9.2	7.3	31		
	anders	9.4	4.5	4.1	18	anders	15.5	9.8	7.7	33		
	Totaal	23	11	10	44	Totaal	30	19	15	64		
Grondsoort					Grondsoort							
Klassen	klei	leem	zand	zavel	Totaal	Klassen	klei	leem	zand	zavel	Totaal	
Waarneming	FOC	11	0	3	20	34	FOC	17	0	4	19	40
	anders	4	3	1	18	26	anders	11	1	1	24	37
	Totaal	15	3	4	38	60	Totaal	28	1	5	43	77
Verwachting	FOC	8.1	1.6	2.2	20.5	34	FOC	14.5	0.5	2.6	22.3	40
	anders	6.2	1.2	1.7	15.7	26	anders	13.5	0.5	2.4	20.7	37
	Totaal	15	3	4	38	63	Totaal	28	1	5	43	77
Kruim					Kruim							
Klassen	<7	≥7	Totaal		Klassen	<6.5	6.5-8.5	>8.5	Totaal			
Waarneming	FOC	5	13	18	FOC	8	14	6	28			
	anders	4	5	9	anders	8	17	5	30			
	Totaal	9	18	27	Totaal	16	31	11	58			
Verwachting	FOC	6.0	12.0	18	FOC	7.7	15.0	5.3	28			
	anders	3.0	6.0	9	anders	8.3	16.0	5.7	30			
	Totaal	9	18	27	Totaal	16	31	11	58			
Slemp					Slemp							
Klassen	<5	≥5	Totaal		Klassen	<4.5	4.5-5.5	>5.5	Totaal			
Waarneming	FOC	10	8	18	FOC	7	12	9	28			
	anders	5	4	9	anders	13	9	8	30			
	Totaal	15	12	27	Totaal	20	21	17	58			
Verwachting	FOC	10.0	8.0	18	FOC	9.7	10.1	8.2	28			
	anders	15.0	12.0	27	anders	10.3	10.9	8.8	30			
	Totaal	15	12	27	Totaal	20	21	17	58			
Beregenen					Beregenen							
Klassen	ja	nee	Totaal		Klassen	ja	nee	Totaal				
Waarneming	FOC	11	21	32	FOC	39	8	47				
	anders	9	18	27	anders	30	7	37				
	Totaal	20	39	59	Totaal	69	15	84				
Verwachting	FOC	10.8	21.2	32	FOC	38.6	8.4	47				
	anders	9.2	17.8	27	anders	30.4	6.6	37				
	Totaal	20	39	59	Totaal	69	15	84				

Holland Onion Association / GroentenFruit Huis
Louis Pasteurlaan 6
2719 EE Zoetermeer
Tel. + 31 79 368 11 00

www.uireka.nl

Uireka wordt mede mogelijk gemaakt door:



+ meer dan 70 ketenpartners!



Uireka wordt uitgevoerd onder auspiciën van:



Holland Onion Association is part of GroentenFruit Huis