

Inventarisatie van toxigene *Fusarium* spp. en andere ziekten en plagen in Nederlandse wintertarwe in 2001

C. Waalwijk, P. Kastelein, T. Hesselink, Ph.M. de Vries, C. Lombaers, R.A. van der Heide, C.D. Schoen, T.A.J. van der Lee, J. Köhl, H.T.A.M. Schepers & G.H.J. Kema





Inventarisatie van toxigene *Fusarium* spp. en andere ziekten en plagen in Nederlandse wintertarwe in 2001

C. Waalwijk¹, P. Kastelein¹, T. Hesselink¹, Ph.M. de Vries¹, C. Lombaers¹,
R.A. van der Heide¹, C.D. Schoen¹, T.A.J. van der Lee¹, J. Köhl¹, H.T.A.M. Schepers²
& G.H.J. Kema¹

¹ Plant Research International B.V., Wageningen

² PPO, Lelystad

© 2002 Wageningen, Plant Research International B.V.

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 Plant Research International B.V.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post@wur.nl
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
Deel 1.	
Inventarisatie van ziekten en plagen in Nederlandse wintertarwe in 2001	3
2. Landelijke inventarisatie van ziekten en plagen in wintertarwe	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Methodiek en uitvoering	5
2.2.1 Selectie van percelen	5
2.2.2 Inventarisatieronden	6
2.2.3 Bemonsteringsmethodiek	7
2.3 Weersgesteldheid groeiseizoen 2000/2001	7
2.4 Gewasontwikkeling groeiseizoen 2000/2001	9
2.5 Fusarium-ziekten op praktijkpercelen in 2001	10
2.5.1 Fusarium-voetziekte	10
2.5.2 Fusarium op de bladeren	10
2.5.3 Fusarium in de aar	10
2.6 Fusarium-ziekten op proefboerderijen in 2001	10
2.7 Overige ziekten en plagen	13
2.7.1 Voetziekten	13
2.7.2 Bladziekten	13
2.7.3 Aarziekten	16
2.7.4 Plagen	16
3. Discussie	17
4. Samenvatting	19
Deel 2.	
Detectie van toxigene <i>Fusarium</i> spp. in Nederlandse wintertarwe in 2001	21
5. Frequentie van Fusarium-soorten op tarwe	23
6. Productie van deoxynivalenol (DON) of nivalenol (NIV)	25
7. Kwantitatieve detectie van fusarium-soorten m.b.v. TaqMan [®]	29
8. Vergelijkende toxine-analyses m.b.v. HPLC, ELISA en NASBA [®]	33
9. Conclusies en aanbevelingen	35
Referenties	37
Bijlage A.	
Akkerbouwbedrijven betrokken bij de landelijke ziekteninventarisatie 2001	1 p.
Bijlage B.	
Gegevens van de in 2001 op ziekten en plagen geïnventariseerde tarwepercelen	2 pp.

1. Inleiding

Het Productschap voor Granen, Zaden en Peulvruchten heeft Plant Research International B.V. verzocht samen met Praktijkonderzoek Plant en Omgeving te Lelystad in 2001 een survey van tarweziekten en plagen uit te voeren. Sinds 1993 is wintertarwe jaarlijks geïnventariseerd op de aanwezigheid van ziekten en plagen. Tot 1999 zijn de, in het kader van het project 'Inventarisatie graanziekten in veranderende bedrijfssystemen' uitgevoerde, inventarisaties gericht geweest op het vaststellen van eventuele effecten van gangbare, geïntegreerde en ecologische teeltsystemen op de aanwezigheid en druk van de verschillende ziekten en plagen. De resultaten van deze inventarisaties zijn samengevat in de onderzoeksrapporten 'Inventarisatie van ziekten en plagen in wintertarwe in gangbare, geïntegreerde en ecologische teeltsystemen in Nederland in de periode 1993 – 1997' (Tamis & Van den Brink, 1998) en 'Inventarisatie en preventie van de belangrijkste bladvlekkenziekten in tarwe, veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) en *Septoria tritici*. Verslag over Deel 1' (Kema *et al.*, 1999), alsmede in een wetenschappelijke publicatie (Tamis & Van den Brink, 1999).

Vanaf 1999 zijn de landelijke inventarisaties van ziekten en plagen kleiner in omvang geweest en niet gericht op het analyseren van verschillen tussen bedrijfssystemen, regio's en jaren. Deze inventarisaties hebben vooral een signalerende functie betreffende het voorkomen van de belangrijkste ziekten en plagen. Daarnaast zijn de bij de inventarisaties betrokken percelen gebruikt voor onderzoek naar de ecologie en epidemiologie van DTR (1999 en 2000) en fusarium (2000 en 2001). De resultaten van de landelijke inventarisaties 1999 en 2000 zijn opgenomen in het onderzoeksrapport 'Inventarisatie en preventie van de belangrijkste bladvlekkenziekten in tarwe, veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) en *Septoria tritici*' van Köhl *et al.* dat in 2003 zal verschijnen. De fusarium-resultaten over 2000 zijn samengevat in Nota 54 van Plant Research International, getiteld '*Fusarium* in Nederland: inventarisatie en identificatie'. De resultaten van de landelijke inventarisatie van ziekten en plagen in 2001 en de resultaten van de fusarium-survey in 2001 zijn in dit rapport samengevoegd. Ook in 2001 werden veertig tarwevelden bemonsterd waarin naar de aanwezigheid van pathogene schimmels werd onderzocht en beschreven. De nadruk lag hierbij op het voorkomen van fusarium. In alle velden werden visuele waarnemingen verricht en zijn op monsters uit die velden PCR-detectietechnieken gebruikt om de aanwezige fusarium-soorten te identificeren en te kwantificeren. Ondanks dat 2001 geen bijzonder 'fusarium'-jaar was, zijn de resultaten de moeite waard en is er zeker een grote consistentie ten opzichte van 2000 waar te nemen. In dit rapport worden de gegevens beschreven en geanalyseerd. Tevens worden trends weergegeven die een aanzet kunnen vormen voor een verdere verdieping van het fusarium-populatieonderzoek.

Deel 1.

Inventarisatie van ziekten en plagen in Nederlandse wintertarwe in 2001

2. Landelijke inventarisatie van ziekten en plagen in wintertarwe

2.1 Inleiding

Sinds 1993 is wintertarwe jaarlijks geïnventariseerd op de aanwezigheid van ziekten en plagen. Tot 1999 zijn de, in het kader van het project 'Inventarisatie graanziekten in veranderende bedrijfssystemen' uitgevoerde, inventarisaties gericht geweest op het vaststellen van eventuele effecten van gangbare, geïntegreerde en ecologische teeltsystemen op de aanwezigheid en druk van de verschillende ziekten en plagen. De resultaten van deze inventarisaties zijn samengevat in de onderzoeksrapporten 'Inventarisatie van ziekten en plagen in wintertarwe in gangbare, geïntegreerde en ecologische teeltsystemen in Nederland in de periode 1993 – 1997' (Tamis & Van den Brink, 1998) en 'Inventarisatie en preventie van de belangrijkste bladplekkenziekten in tarwe, veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) en *Septoria tritici*. Verslag over Deel 1' (Kema *et al.*, 1999), alsmede in een wetenschappelijke publicatie (Tamis & Van den Brink, 1999).

Vanaf 1999 zijn de landelijke inventarisaties van ziekten en plagen kleiner in omvang geweest en niet gericht op het analyseren van verschillen tussen bedrijfssystemen, regio's en jaren. Deze inventarisaties hebben vooral een signalerende functie betreffende de mate van voorkomen van de voor Nederland belangrijkste ziekten en plagen. Daarnaast zijn de bij de inventarisaties betrokken percelen gebruikt voor onderzoek naar de ecologie en epidemiologie van DTR (1999 en 2000) en *Fusarium* (2000 en 2001). De resultaten van de landelijke inventarisaties 1999 en 2000 zijn opgenomen in het onderzoeksrapport 'Inventarisatie en preventie van de belangrijkste bladplekkenziekten in tarwe, veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) en *Septoria tritici*. Verslag over Deel 2' (Köhl *et al.*, 2002).

In dit hoofdstuk worden na een beschrijving van de werkwijze bij de landelijke inventarisatie 2001, de weersgesteldheid en ontwikkeling van wintertarwe in het groeiseizoen 2000/2001, de resultaten van de in 2001 uitgevoerde inventarisatie gepresenteerd.

2.2 Methodiek en uitvoering

2.2.1 Selectie van percelen

Voor de selectie van de percelen is gebruik gemaakt van het bestand van akkerbouwbedrijven die in 1998 hebben meegewerkt aan de eerste fase van het project 'Inventarisatie en preventie van de belangrijkste bladplekkenziekten in tarwe, veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) en *Septoria tritici*'. De in dit onderzoek betrokken bedrijven liggen verspreid over de belangrijkste akkerbouwgebieden van Nederland (Tabel 1) en hebben ook in de jaren 1993 - 1997 meegewerkt aan het project 'Inventarisatie graanziekten in veranderende bedrijfssystemen'.

De akkerbouwbedrijven zijn begin april aangeschreven met het verzoek percelen met wintertarwe aan te melden voor de inventarisatie. Op het voor dit doel gebruikte registratieformulier diende informatie verstrekt te worden over de aangemelde percelen (o.a. oppervlakte, grondsoort, vruchtwisseling en grondbewerking) en het erop geteelde gewas (o.a. ras en zaaidatum). Tot de sluitingsdatum medio mei zijn in totaal 89 percelen aangemeld. Uit de percelen van gangbare en geïntegreerde bedrijven zijn 28 percelen geselecteerd. Bij de selectie is vooral gelet op het geteelde ras (Drifter, Residence of Vivant). Voor de overige criteria (teeltsysteem, voorvrucht en ruimtelijke spreiding binnen de sub-regio) zijn de percelen op dezelfde manier via een gewogen loting geselecteerd als tijdens het project 'Inventarisatie graanziekten in veranderende bedrijfssystemen'.

Dit wil zeggen dat het aantal geïnventariseerde percelen per sub-regio ongeveer evenredig is met het areaal wintertarwe, dat er zowel gangbare als geïntegreerde bedrijven bij betrokken zijn en dat de variatie in grondsoort, groundbewerking en voorvrucht zo groot mogelijk is. Daarnaast zijn de twee aangeelde ecologische percelen, beide gelegen in Zuidelijk Flevoland, geïnventariseerd.

Tabel 1. Regionale spreiding van de in 2001 bemonsterde percelen.

Regio	Sub-regio	Aantal percelen
Centrale Zeeklei (CZK)	Noordoostpolder	2
	Oost-Flevoland	4
	Zuid-Flevoland	3
Noordelijke Zeeklei (NZK)	Oost-Groningen	4
	West-Groningen	1
	Wieringermeer	2
Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK)	Hoekse Waard	3
	Zeeuwse eilanden	4
	Zeeuws Vlaanderen	3
Noordoost Nederland (NON)	Drenthe	3
Zuidoost Nederland (ZON)	Achterhoek	1
	Betuwe	1
	Zuid-Limburg	4

Naast de 30 percelen van akkerbouwbedrijven, is in elke regio geïnventariseerd op een praktijkperceel van een proefboerderij. Binnen deze vijf op gangbare wijze geteelde tarwepercelen was een blok van circa 0,25 ha aangelegd, waar gedurende het hele seizoen geen fungiciden werden toegediend. In elk spuitvenster is wel dezelfde groeiregulatie, onkruid- en plaagbestrijding toegepast als in de rest van het praktijkperceel. Het doel van de spuitvensters is het verwerven van inzicht in eventuele effecten van ziektenbestrijding op de samenstelling en ontwikkeling van fusarium-populaties.

Een overzicht van de bij de ziekteninventarisatie 2001 betrokken akkerbouwbedrijven en proefboerderijen is opgenomen in Bijlage A. Informatie over de bezochte tarwepercelen is opgenomen in Bijlage B.

2.2.2 Inventarisatieronden

Voor het inventariseren van de geselecteerde percelen is de procedure van voorgaande inventarisaties gevolgd (Tamis & Van den Brink, 1998; Köhl *et al.*, 2002). Het inventarisatiewerk is door één en dezelfde persoon uitgevoerd. In tegenstelling tot voorgaande jaren zijn de geselecteerde percelen in 2001 tweemaal bezocht. Het eerste bezoek lag tussen 5 en 21 juni (Decimale Code 45–65) en het tweede bezoek tussen 12 en 25 juli (Decimale Code 78–89). In beide inventarisatieronden zijn eerst de percelen in het zuiden van het land bezocht. De rondes zijn steeds in Groningen geëindigd.

2.2.3 Bemonsteringsmethodiek

Bij de bemonstering van de 30 percelen van akkerbouwbedrijven is tijdens de twee bezoeken volgens eenzelfde patroon, meestal via een diagonaal, door hetzelfde deel van het perceel gelopen. Na elke 5-10 meter is een plant uitgetrokken. Van elk perceel zijn 50 planten beoordeeld op de aanwezigheid van ziekten en plagen. Voor elke waargenomen ziekte of plaag is de incidentie bepaald. De incidentie is het percentage eenheden (halm, blad of kafje), waarop de ziekte of plaag is geconstateerd. Elke halm is beoordeeld op de aanwezigheid van voetziekten en bladluizen. Van de halmen zijn alle groene bladeren (circa 3-5 bladeren per halm) beoordeeld op de aanwezigheid van bladziekten en schade door insecten en slakken. Tijdens het tweede veldbezoek zijn ook de kafjes (circa 30 per aar) op afrijpingsziekten beoordeeld. Er zijn geen gegevens verzameld over onkruiden, nematoden, gebreksziekten en andere fysiologische verschijnselen.

Tijdens de laatste ronde is voor 'sneeuwschimmel' (fusarium-aantasting op bladeren) naast de incidentie (het percentage groene bladeren waarop één of meerdere vlekken van 'sneeuwschimmel' aanwezig waren) ook de severity (zwaarte van de aantasting) geschat. Voor het schatten van de severity zijn alle door 'sneeuwschimmel' aangetaste bladeren in het monster verzameld en gerangschikt naar toenemende percentage door de ziekte aangetast bladoppervlak. Vervolgens is de mediaan van de percentages aangetast bladoppervlak gebruikt als maat voor de severity van 'sneeuwschimmel'. Op vergelijkbare wijze is dit ook gedaan voor de fusarium-aantasting op de aren ('kafjesrood').

Tijdens elke ronde is na de beoordeling op ziekten en plagen van de 50 planten materiaal verzameld t.b.v. laboratoriumonderzoek op populatiesamenstelling en dichtheden van de aanwezige fusarium-soorten. Tijdens de eerste ronde zijn de halmbases en de onderste dode bladeren verzameld en aan het einde van de dag ingevroren. Tijdens de tweede ronde is dit gedaan voor de aren. Om inzicht te krijgen in de uiteindelijke besmetting van het geoogste product, hebben de telers een graanmonster ingezonden.

Evenals in voorgaande jaren, is voor elk perceel via een registratieformulier informatie verzameld over de genomen teeltmaatregelen. Deze gegevens zijn verzameld met het doel het vanaf 1993 opgebouwde bestand aan te vullen. De in 2001 verzamelde data zijn niet bewerkt, maar kunnen eventueel in de toekomst gebruikt worden bij het analyseren van effecten van teeltmaatregelen op het optreden van ziekten en plagen.

Bij de bemonstering van het praktijkdeel van de percelen van de vijf proefboerderijen is dezelfde methodiek gevolgd als boven beschreven voor de akkerbouwbedrijven. Vanwege het beperkte oppervlak van de spuitvensters zijn deze op een andere manier bemonsterd. Hier is volgens een Z-vormig patroon door het gewas gelopen en voor de monstergrootte van 50 halmen na elke 2-3 m een plant uitgetrokken.

2.3 Weersgesteldheid groeiseizoen 2000/2001

In navolging van voorgaande verslagen van de landelijke ziekteninventarisaties loopt het groeiseizoen van wintertarwe van september tot en met augustus. De beschrijvingen van de weersgesteldheid zijn gebaseerd op de door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) gepubliceerde maandoverzichten van het weer in Nederland (Anonymus, 2000, 2001).

De maandgemiddelden voor temperatuur, zonneschijn en neerslag voor het groeiseizoen 2000/2001 staan in Tabel 2.

Het groeiseizoen begon met een zachte en natte herfst. Ook de winter en lente waren zacht en aan de natte kant. Aan het begin van de zomer was het droger dan normaal; augustus was echter zeer nat.

Tabel 2. *Maandgemiddelden voor temperatuur, zonneshijn en neerslag in het groeiseizoen 2000/2001 in Nederland.*

Maand	Temperatuur (°C)						Zonneshijn (uren)		Neerslag (mm)	
	Gem.	Norm	Gem. dag max	Norm	Gem. dag min	Norm	Gem.	Norm	Gem.	Norm
<i>2000</i>										
September	15,9	14,3	19,4	18,3	12,7	10,4	119	133	82	69
Oktober	11,5	10,8	14,6	14,2	8,6	7,5	91	100	109	73
November	8,0	6,3	10,1	8,9	5,7	3,6	60	54	104	80
December	5,3	3,5	7,2	5,7	3,2	1,0	66	36	76	78
<i>2001</i>										
Januari	2,9	2,3	5,2	4,5	0,6	-0,2	70	42	66	67
Februari	4,4	2,5	7,1	5,2	1,4	-0,1	91	72	79	47
Maart	5,0	4,8	7,7	8,1	2,3	1,7	73	104	70	61
April	8,0	7,7	11,7	11,6	4,4	3,9	151	154	75	50
Mei	13,7	11,9	18,3	16,2	9,0	7,7	284	201	34	57
Juni	14,9	14,9	19,3	19,1	10,4	10,6	212	190	50	67
Juli	18,5	16,6	22,9	20,7	14,0	12,5	232	190	71	75
Augustus	18,7	16,7	23,1	21,0	14,3	12,5	200	185	108	69

Gegevens ontleend aan de maandoverzichten van het weer in Nederland van het KNMI; Gem.: etmaal-gemiddelden; Norm: klimatologische normaal voor 1961-1990; Gem. dag max: gemiddelde van de dagelijkse maxima; Gem. dag min: gemiddelde van de dagelijkse minima.

Het KNMI heeft het maandelijks weerbeeld als volgt gekarakteriseerd:

September 2000 was zeer warm, nat en aan de sombere kant.

Oktober 2000 was zacht, nat en aan de sombere kant.

November 2000 was zeer zacht en nat met de normale hoeveelheid zon. De neerslaghoeveelheden namen van west naar oost over het land sterk af. Vorst of sneeuw werd in november 2000 niet waargenomen.

December 2000 was zacht, zeer zonnig en wat de neerslag betreft, normaal. Het begin van de maand was zelfs uitzonderlijk zacht. De eerste vorstdag (dag met minimum temperatuur lager dan 0°C) van het seizoen was op 17 december. Daarop volgden nog 10 vorstdagen.

Januari 2001 was aan de zachte kant, zonnig en met de normale hoeveelheid neerslag. De eerste tien dagen waren zeer zacht. Daarna volgde een periode met vorst. Het aantal vorstdagen (14) was normaal. De maand eindigde weer zacht.

Februari 2001 was zacht, zeer nat en toch zonnig. De neerslag viel veelvuldig in de vorm van sneeuw.

Maart 2001	was, wat de temperatuur betreft, een normale maand. De maand was echter nat en zeer somber. Een groot deel van de maand lag Nederland in het overgangsgebied tussen koude lucht boven Noord-Europa en zachte lucht boven Zuid-Europa. Hierdoor gaf de maand maart grote verschillen te zien tussen het noorden en het zuiden van het land voor wat betreft temperatuur, neerslag en zonschijn.
April 2001	was nat en aan de zachte en sombere kant. De maand begon vrij warm. Tussen 12 en 23 april werd echter koude lucht aangevoerd. De bewolking overheerste. Op slechts vijf dagen was het gedurende het hele etmaal droog.
Mei 2001	was zeer warm, zeer zonnig en vooral in het zuidoosten van het land droog.
Juni 2001	was droog, zonnig en wat de temperatuur betreft normaal.
Juli 2001	was zeer warm, zonnig, met een vrijwel normale hoeveelheid neerslag. Er waren twee zomerse, warme tijdvakken aan het begin en het einde van de maand.
Augustus 2001	was zeer warm, vrij zonnig maar gemiddeld over het land nat.

2.4 Gewasontwikkeling groeiseizoen 2000/2001

De meeste percelen waren ingezaaid in oktober (13 percelen) en november (13 percelen). De overige percelen waren in september (één perceel), december (zes percelen), of in januari (twee percelen) ingezaaid.

Dit jaar werden de percelen tussen 5 juni en 21 juni voor het eerst bemonsterd. Met uitzondering van drie percelen (de twee in januari ingezaaide percelen en een eind december ingezaaid perceel) waren ten tijde van deze eerste waarnemingsronde de meeste gewassen het stadium van aarzwelling (Decimale Code 41–49) gepasseerd. Op 17, meest vroeg (voor november) ingezaaide, percelen was de bloei (Decimale Code 61–69) reeds begonnen. Bij de gewassen op de overige percelen waren de aren nog niet volledig verschenen (Decimale Code 51–59). Over het algemeen hadden de halmen op de bemonsterde percelen drie lagen met een vrijwel volledig groen bladoppervlak.

De percelen werden tussen 12 juli en 25 juli voor de tweede keer bemonsterd. Met uitzondering van twee laat ingezaaide percelen Vivant waren ten tijde van deze tweede waarnemingsronde de meeste gewassen het stadium van melkrijping (Decimale Code 75–79) gepasseerd. De overige percelen waren in het stadium van deegrijping. Op in totaal 14 van de bemonsterde percelen op de Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK) en de zandige gronden van Zuidoost Nederland (ZON) en Noordoost Nederland (NON) hebben de percelen last gehad van verdroging ten gevolge van de geringe regenval in de maand juni. Bij de gewassen op genoemde percelen waren de toppen van de vlagbladeren en de eronder liggende bladeren sterk vergeeld of afgestorven. Op percelen met Residence en Tower waren de halmen bovendien vaak rood van kleur. Bij de overige percelen (vooral de percelen gelegen op de Centrale en Noordelijke Zeeklei) zijn geen aanwijzingen gevonden voor droogtestress en hadden de halmen over het algemeen twee bladlagen met een vrijwel volledig groen bladoppervlak.

Bij de oogst van de percelen werd veel hinder ondervonden van de regelmatig vallende en hevige regenval in de maand augustus. Ruim een kwart van de percelen werd voor de regenperiode tussen 4 en 13 augustus geoogst, de overige percelen in de droge periode tussen 14 en 25 augustus.

2.5 Fusarium-ziekten op praktijkpercelen in 2001

Het optreden van de door fusarium-soorten veroorzaakte voet-, blad- en aarziekten in de praktijkpercelen is per regio samengevat in Tabel 3.

2.5.1 Fusarium-voetziekte

'Fusarium-voetziekte' werd waargenomen op in totaal 29 percelen. Acht percelen liggen op de Centrale Zeeklei (CZK), zeven op de Noordelijke Zeeklei (NZK), acht op de Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK), één perceel ligt in Noordoost Nederland (NON) en vijf percelen liggen in Zuidoost Nederland (ZON). De ziekte werd tijdens de eerste waarnemingsronde vaker aangetroffen dan tijdens de tweede ronde. Tijdens de eerste ronde was de incidentie op in totaal 13 percelen (waarvan zeven in de regio CZK) hoger dan 10%, terwijl dit bij de tweede bemonstering nog het geval was bij twee percelen. Het is niet uitgesloten dat de werkelijke incidenties van 'fusarium-voetziekte' tijdens de tweede waarnemingsronde hoger waren, maar dat de ziekte niet als zodanig is herkend als gevolg van de sterke toename in de incidentie van 'oogvlekkenziekte'.

2.5.2 Fusarium op de bladeren

Door 'sneeuwschimmel' aangetaste bladeren werden voor het eerst aangetroffen tijdens de tweede ronde. In de monsters van drie percelen op de Centrale Zeeklei (CZK), twee percelen op de Noordelijke Zeeklei (NZK), één perceel op de Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK) en twee percelen in Zuidoost Nederland (ZON) waren planten aanwezig met vlekken van de 'sneeuwschimmel' op de bladeren. Op de betreffende percelen was de incidentie van 'sneeuwschimmel' over het algemeen minder dan 10%. Bij de bladeren met 'sneeuwschimmel' was gemiddeld 5% van het bladoppervlak aangetast door de ziekte. Zwaardere aantastingen kwamen vooral voor op de Noordelijke Zeeklei.

2.5.3 Fusarium in de aar

In alle regio's werd fusarium in de aar ('kafjesrood') waargenomen. Op 25 percelen (Centrale Zeeklei: 6; Noordelijke Zeeklei: 2; Zuidwestelijke Zeeklei: 7; Noordoost Nederland: 3; Zuidoost Nederland: 6) was het aantal aangetaste aren op het moment van bemonstering over het algemeen lager dan 10%. Alleen bij twee percelen (Centrale Zeeklei: 1; Noordelijke Zeeklei: 1) was meer dan 20% van de aren aangetast. Op de percelen met een hoge incidentie was de severity (aantal aangetaste kafjes per aar) veelal ook hoger.

2.6 Fusarium-ziekten op proefboerderijen in 2001

De op de vijf percelen van proefboerderijen gevonden incidenties en severities van fusarium-ziekten zijn samengevat in Tabel 4. De ziekte waarnemingen in het praktijkdeel van deze percelen zijn ook verwerkt in Tabel 3.

Tabel 3. Prevalentie, incidentie en severity van *Fusarium*-ziekten op praktijkpercelen tijdens de twee inventarisatieronden van 2001.

Regio	Centrale Zeeklei	Noordelijke Zeeklei	Zuidwestelijke Zeeklei	Noordoost Nederland	Zuidoost Nederland
Aantal bemonsterde percelen	9	7	10	3	6
Ronde	1	1	1	1	2
<i>Fusarium</i> -voetziekte					
Prevalentie ¹	89	100	80	33	67
Incidentie ² op percelen met de ziekte	16	9	9	2	15
minimum	4	4	2	-	4
maximum	24	14	20	-	28
<i>Sneeuwschimmel</i> (bladeren)					
Prevalentie	0	0	0	0	0
Incidentie op percelen met de ziekte	-	-	-	-	-
minimum	-	-	-	-	-
maximum	-	-	-	-	-
Severity ³	4	10	1	-	5
minimum	2	5	-	-	-
maximum	7	15	-	-	-
<i>Kalfjesrood</i> (aren)					
Prevalentie	67	71	90	67	67
Incidentie op percelen met de ziekte	11	15	7	2	4
minimum	4	10	2	-	2
maximum	24	30	12	-	6
Severity	19	16	8	8	22
minimum	2	5	2	1	1
maximum	60	30	18	15	60

¹ Percentage percelen in een regio met de ziekte.

² Percentage stengels, bladeren of aren van een perceel met symptomen van de ziekte; -: niet van toepassing.

³ Mediaan van de percentages door de ziekte aangetast oppervlak bij de bladeren en aren van een perceel met deze ziekte; severities zijn alleen tijdens ronde 2 bepaald.

Tabel 4. Incidentie en severity van *Fusarium*-ziekten op praktijkpercelen van proefboerderijen in 2001.

Ronde	PPO - Lelystad (CKZ)	Ebelsheerd (NZK)	Rusthoeve (ZWK)	Kooienburg (NON)	Wijnandsrade (ZON)	Gemiddeld
Praktijkdeel						
<i>Fusarium</i> -voetziekte						
Incidentie*	14	10	8	0	4	7
<i>Sneeuwschimmel</i> (bladeren)						
Incidentie*	0	0	0	0	0	0
Severity**	7	0	0	0	0	1
<i>Kafjesrood</i> (aren)						
Incidentie*	24	10	12	2	2	10
Severity**	35	30	5	1	60	26
Spuitvenster						
<i>Fusarium</i> -voetziekte						
Incidentie*	24	10	8	0	4	9
<i>Sneeuwschimmel</i> (bladeren)						
Incidentie*	0	0	0	0	0	0
Severity**	5	0	0	0	0	1
<i>Kafjesrood</i> (aren)						
Incidentie*	36	40	8	14	4	20
Severity**	40	20	4	5	25	19

* Percentage stengels, bladeren of aren met symptomen van de ziekte.

** Mediaan van de percentages door de ziekte aangetaast oppervlak bij de bladeren en aren met deze ziekte; severities zijn alleen tijdens ronde 2 bepaald.

Het verloop van de ziektedruk van ‘Fusarium-voetziekte’ en ‘Sneeuwschimmel’ op de bladeren verliep op de proefboerderijen vergelijkbaar als op de percelen van commerciële akkerbouwbedrijven. Bij vier proefboerderijen werden ‘Fusarium-voetziekte’ en ‘Sneeuwschimmel’ binnen de niet met fungiciden behandelde spuitvensters even vaak aangetroffen als in de praktijkdelen. Alleen binnen het spuitvenster in het perceel van het proefbedrijf van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sectie Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente (PPO-AGV) te Lelystad werd meer ‘Fusarium-voetziekte’ en minder ‘Sneeuwschimmel’ aangetroffen dan de rest van het perceel.

Op het niet met fungiciden behandelde deel van de percelen van de proefboerderijen was de incidentie van ‘Kafjesrood’ over het algemeen hoger dan op het praktijkdeel. De in de spuitvensters aangetaste aren waren echter niet zieker dan de aren in het praktijkdeel.

2.7 Overige ziekten en plagen

In Tabel 5 staan per regio de gemiddelden van de tijdens de ziekteninventarisatie 2001 in praktijkpercelen (met uitzondering van de spuitvensters in de percelen van de proefboerderijen) gevonden incidenties (het percentage stengels, bladeren of kafjes waarop een bepaalde ziekte of plaag op een perceel aanwezig was) van de meest voorkomende ziekten en plagen van wintertarwe. De gemiddelde incidenties betreffen alle percelen, dus inclusief de percelen met incidentie 0. Hierdoor treden voor de Fusariumziekten verschillen op met de incidentiewaarden in Tabel 3, waarin de incidentie betrekking heeft op alleen percelen met aantasting.

2.7.1 Voetziekten

Naast ‘fusarium-voetziekte’ werd ook veel ‘oogvlekkenziekte’ aangetroffen op de bemonsterde percelen. Tijdens de eerste waarnemingsronde werden op 21 verspreid over het land gelegen percelen door ‘oogvlekkenziekte’ aangetaste stengels gevonden. Het aantal percelen waarop de ziekte werd gevonden, nam daarna toe tot 33 (Centrale Zeeklei: 7; Noordelijke Zeeklei: 7; Zuidwestelijke Zeeklei: 10; Noordoost Nederland: 3; Zuidoost Nederland: 6). Vooral in de monsters van de percelen in Zuidoost Nederland (ZON), op de Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK), in Noordoost Nederland (NON) en op de Noordelijke zeeklei (NZK) waren veel halmen met oogvlekken aanwezig. Tijdens de tweede ronde was op 14 percelen de incidentie van ‘oogvlekkenziekte’ hoger dan 50% en stonden er verspreid over het gewas halmen met witte aren.

De ‘scherpe oogvlekkenziekte’ werd alleen tijdens de eerste ronde gevonden. De ziekte kwam voor op één perceel in de Achterhoek (regio ZON) en één perceel in Drenthe (regio NON).

De ‘tarwehalmdoder’ werd waargenomen op twee percelen met Vivant. Op beide percelen (Zuidoost Nederland: 1; Centrale Zeeklei: 1) werden slechts enkele door de ziekte aangetaste pollen gezien. Doordat de aantasting door de ‘tarwehalmdoder’ steeds buiten het bemonsterde traject lag, is de ziekte niet terug te vinden in Tabel 5.

2.7.2 Bladziekten

In beide inventarisatieronden werd ‘gele roest’ gevonden. Aanvankelijk werd op twee percelen op de Centrale Zeeklei (CZK) een beginnende aantasting door ‘gele roest’ aangetroffen. Eén van deze percelen is het perceel van het proefbedrijf van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (sectie Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente; PPO-AGV). Tijdens de tweede ronde werd ‘Gele roest’ weer op bovengenoemde percelen aangetroffen. Daarnaast werd de ziekte op een derde perceel op de Centrale Zeeklei en op het niet met fungiciden behandelde deel van het perceel van proefboerderij Ebelsheerd op de Noordelijke Zeeklei (NZK) gevonden. De incidenties van ‘gele roest’ op het niet met fungiciden behandelde deel van de percelen van de twee proefboerderijen zijn niet gebruikt voor de berekeningen van de in Tabel 5 weergegeven incidenties. Op het niet met fungiciden behandelde deel van het perceel van het proefbedrijf, PPO-AGV te Lelystad was de incidentie hoger dan bij het praktijkdeel en was de aantasting zwaarder.

Tabel 5. Gemiddelde incidenties van ziekten en plagen op praktijkpercelen tijdens de twee inventarisatieronden van 2001.

	Centrale Zeeklei		Noordelijke Zeeklei		Zuidwestelijke Zeeklei		Noordoost Nederland		Zuidoost Nederland		Landelijk	
Aantal bemonsterde percelen	9	2	7	1	2	10	1	2	3	1	2	35
Ronde	1											1
<i>Voetziekten: gemiddeld percentage aangetaste stengels</i>												
Aantal per perceel bemonsterde stengels: 50												
Fusarium-voetziekte	13,8	3,3	8,6	1,1	1,8	7,0	1,8	1,3	0,7	9,7	7,0	7,9
Oogvlekkenziekte	1,3	9,8	23,4	39,7	43,0	8,6	43,0	84,0	52,7	8,3	43,0	18,9
Scherpe oogvlekkenziekte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,2
<i>Bladziekten: gemiddeld percentage groene bladeren met symptomen</i>												
Gemiddeld aantal beoordeelde bladeren	222	120	209	106	116	227	116	56	195	220	107	215
Gele roest	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Bruine roest	1,1	2,8	0,0	0,0	2,1	0,6	2,1	0,6	0,0	20,0	4,2	4,4
Meeldauw	0,3	1,9	0,2	2,7	1,0	0,2	1,0	6,0	34,5	17,3	24,0	10,0
<i>Septoria tritici</i>	14,0	35,4	26,2	50,5	26,2	18,8	26,2	47,3	23,9	24,9	38,7	21,4
<i>Stagonospora (Septoria) nodorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	8,9	0,2	0,0	1,6
<i>Pyrenophora tritici-repentis (DTR)</i>	0,0	0,5	0,0	1,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0
Sneeuwschimmel	0,0	1,6	0,0	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Gerstevergelingsvirus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0
<i>Aarziekten: gemiddeld percentage aangetaste kafjes</i>												
Gemiddeld aantal beoordeelde kafjes		1640		1776			1782		1730		1632	1712
Kafesbruin		0,0		0,0			0,0		0,7		0,0	0,1
Kafesrood		2,0		1,5			0,6		0,1		0,5	0,9
Meeldauw		0,0		0,0			0,0		0,0		0,0	0,0
<i>Plagen: gemiddeld percentage groene bladeren met maatschade</i>												
Gemiddeld aantal beoordeelde bladeren	222	120	209	106	116	227	116	56	195	220	107	215
Graanhaantje	6,3	7,7	10,2	18,3	25,8	11,6	25,8	2,4	3,9	16,7	28,5	9,9
Bladmineerder	1,8	0,6	1,0	0,1	0,5	2,1	0,5	0,0	3,6	1,1	1,1	1,9
Slak	0,7	0,0	3,5	0,0	1,6	2,8	1,6	0,0	0,0	1,3	0,3	1,7
<i>Bladluizen: gemiddeld percentage halmen met bladluis</i>												
Aantal per perceel bemonsterde halmen: 50												
Bladluis	2,7	3,8	0,3	5,1	6,8	1,0	6,8	6,0	2,7	5,7	10,0	2,5

Voor elke regio is het gemiddelde neergegeven van het percentage stengels, bladeren of kafjes waarop een bepaalde ziekte of plaag op de bemonsterde percelen in de betreffende regio aanwezig was.

'Bruine roest' werd op in totaal 14 percelen aangetroffen. Ook deze ziekte werd aanvankelijk op minder percelen aangetroffen en breidde zich in de loop van het seizoen uit. 'Bruine roest' kwam het meest voor in de zuidelijke regio's. Het betreft vijf percelen, waaronder het perceel van proefboerderij Rusthoeve, op de Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK), de drie commerciële percelen en het perceel van proefboerderij Wijnandsrade in de Limburgse Voerstreek (regio ZON). Verder is 'bruine roest' gevonden op drie percelen op de Centrale Zeeklei (CZK), het perceel van proefboerderij Kooijenburg in Noordoost Nederland (NON) en het niet met fungiciden behandelde deel van het perceel van proefboerderij Ebelsheerd op de Noordelijke Zeeklei (NZK). Doordat de aantasting op Ebelsheerd alleen het niet met fungiciden behandelde deel van het perceel betreft, is in Tabel 5 de gemiddelde incidentie voor de regio NZK gelijk aan 0,0%. Bij de commerciële percelen en het praktijkdeel van de percelen van de proefboerderijen was de aantasting door 'bruine roest' veelal beperkt tot enkele puistjes op minder dan 10% van de groene bladeren. Behalve bij proefboerderij Kooijenburg, waren de incidenties op de niet met fungiciden behandelde perceeldelen van de proefboerderijen hoger en waren de bladeren zwaar aangetast door 'bruine roest'. Tijdens de tweede ronde waren vrijwel alle bladeren in de spuitvensters van de proefboerderijen Rusthoeve en Wijnandsrade ernstig aangetast.

'Meeldauw' werd dit groeiseizoen gevonden op drie percelen op de Centrale Zeeklei (CZK), één perceel op de Noordelijke Zeeklei (NZK), twee percelen op de Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK), de drie percelen in Noordoost Nederland (NON) en de zes percelen in Zuidoost Nederland (ZON). 'Meeldauw' was vooral actief in de onderste bladlagen. De hoogste incidenties werden tijdens de eerste waarnemingsronde gevonden in Noordoost Nederland en in Zuidoost Nederland. Alleen op het niet met fungiciden behandelde deel van het perceel van proefboerderij de Kooijenburg (regio NON) en op een commercieel perceel in de Voerstreek (regio ZON) werd meeldauw aangetroffen op het vlagblad.

'Septoria bladvlekkenziekte' is in beide inventarisatieronden aangetroffen op al de bemonsterde percelen. Hoewel de incidentie van 'septoria bladvlekkenziekte' tussen de eerste en tweede ronde bleek te zijn toegenomen, bleef de ziekte beperkt tot de onderste (meestal het derde blad onder de vlag), vaak deels vergeelde bladeren. Op vlagbladeren en de bladlaag eronder bleek de aantasting veelal beperkt tot enkele kleine vlekken. Alleen op het niet met fungiciden behandelde deel van de percelen van proefboerderijen Ebelsheerd (regio NZK) en de Kooijenburg (regio NON) bleek *Septoria tritici* grote delen van de vlagbladeren te hebben aangetast.

Door de schimmel *Stagonospora nodorum* (de veroorzaker van 'kafjesbruin') aangetaste bladeren werden alleen op percelen met zandige grond gevonden. Tijdens de eerste ronde kwam de ziekte voor op de drie percelen van Noordoost Nederland (NON) en het perceel in de Achterhoek (regio ZON). Op geen van de percelen was de aantasting ernstig. Zowel het aantal percelen waarop de ziekte voorkwam als de incidentie ervan bleek tijdens de tweede ronde lager te zijn.

Door 'DTR' (*Pyrenophora tritici-repentis*) aangetaste bladeren werden alleen tijdens de tweede inventarisatieronde aangetroffen. Verspreid over het land is 'DTR' gevonden op in totaal zes percelen (Centrale Zeeklei: 1; Noordelijke Zeeklei: 2; Zuidwestelijke Zeeklei: 2; Zuidoost Nederland: 1). Met uitzondering van het perceel in Zuidoost Nederland (incidentie: 70%), was de incidentie van 'DTR' lager dan 10%. Veelal was slechts een enkele 'DTR'-vlek aanwezig op de aangetaste bladeren.

In de monsters van drie percelen in Zuidoost Nederland (ZON) was een halm aanwezig met symptomen van 'gerstevergelingsvirus'. Op de overige percelen werd het virus niet aangetroffen.

2.7.3 Aarziekten

Naast 'kafjesrood' werd ook 'kafjesbruin', 'meeldauw' en 'gele roest' aangetroffen.

'Kafjesbruin' werd op twee percelen in Noordoost Nederland (NON) en op het perceel in de Achterhoek (regio ZON) gevonden. Eén van de percelen in Noordoost Nederland betreft het praktijkperceel van proefboerderij de Kooijenburg. In het praktijkdeel van dit perceel was 0,7% van de kafjes aangetast door *Stagonospora nodorum*. In het niet met fungiciden behandelde spuitvenster daarentegen, was de incidentie 8%. Bij het perceel in de Achterhoek was de incidentie op de kafjes 0,1%. Door deze lage incidentie is in Tabel 5 de gemiddelde incidentie van 'kafjesbruin' in Zuidoost Nederland nihil (0,0).

'Meeldauw' in de aar werd alleen gevonden op het niet met fungiciden behandelde deel van het perceel van proefboerderij de Kooijenburg (regio NON). De incidentie was 4,5%.

In het monster van het niet met fungiciden behandelde deel van het perceel van het proefbedrijf van het PPO-AGV te Lelystad (regio CZK) was een door 'gele roest' aangetaste aar aanwezig. Daar de twee laatst genoemde aantastingen alleen in spuitvensters zijn aangetroffen, zijn deze niet terug te vinden in Tabel 5.

2.7.4 Plagen

Van de dierlijke belagers waren het 'graanhaantje' en de 'bladmeeërders' het meest wijdverbreid.

Het 'graanhaantje' werd op alle percelen aangetroffen. In het algemeen was de vraatschade door dit insect beperkt. De meeste door het 'graanhaantje' aangevreten bladeren werden gevonden op de Noordelijke Zeeklei (incidentie tijdens ronde 2: 4–31%), op de Zuidwestelijke Zeeklei (incidentie: 11–41%) en in Zuidoost Nederland (incidentie: 14–44%). Op de Centrale Zeeklei (CZK) en in Noordoost Nederland (NON) was de incidentie tijdens beide ronden steeds minder dan 15%.

Tijdens de eerste inventarisatieronde werden op 32 percelen bladeren met gangen van 'mineervliegen' gevonden. Het aantal percelen met 'bladmeeërders' in groene bladeren nam daarna af tot 13 (Centrale Zeeklei: 5; Noordelijke Zeeklei: 1; Zuidwestelijke Zeeklei: 3; Zuidoost Nederland: 4). Nergens was meer dan 2% van de bladeren aangetast.

Ook door slakken aangevreten bladeren werden tijdens de eerste ronde meer aangetroffen dan tijdens de tweede ronde. Vraat door slakken kwam het meest voor op de Noordelijke Zeeklei (6 percelen in ronde 1) en de Zuidwestelijke Zeeklei (9 percelen in ronde 1). Verder werd de plaag tijdens de eerste ronde geconstateerd op twee percelen in de Voerstreek (regio ZON) en één perceel in Flevoland (regio CZK). De vraatschade was licht en beperkt tot de onderste bladlagen. Tijdens de tweede ronde kwam de plaag voor op zeven percelen (Noordelijke Zeeklei: 2; Zuidwestelijke Zeeklei: 3; Zuidoost Nederland: 2). Met uitzondering van een perceel Vivant in Zeeland (regio ZWK) met vraatsporen op 10% van de bladeren, was toen minder dan 2% van de bladeren aangevreten door slakken.

Het aantal percelen met 'bladluis' nam tussen de eerste en tweede ronde toe van 18 naar 30. Tijdens de tweede ronde werden bladluizen aangetroffen op acht percelen op de Centrale Zeeklei (CZK), vier percelen op de Noordelijke Zeeklei (NZK), 10 percelen op de Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK), twee percelen in Noordoost Nederland (NON) en zes percelen in Zuidoost Nederland (ZON). Nergens werden grote aantallen bladluizen per halm gevonden.

3. Discussie

De landelijke inventarisatie 2001 is uitgevoerd om op de hoogte te blijven van de ontwikkeling van ziekten en plagen in de teelt van winter tarwe en om inzicht te verkrijgen in de samenstelling en ontwikkeling van fusarium-populaties in de loop van het groeiseizoen.

Hoewel verspreid over de voornaamste teeltgebieden percelen zijn geïnventariseerd, laat het relatief geringe aantal percelen geen statistisch betrouwbare uitspraken toe over de verschillen in ziektendruk tussen regio's. Over het algemeen valt het hoge landelijk gemiddelde op van de incidenties van 'oogvlekkenziekte' en 'septoria bladvlekkenziekte'.

'Kafjesrood' kwam algemeen voor, maar het aantal aangetaste kafjes was over het algemeen laag.

Bij vier van de vijf percelen van de proefboerderijen valt op dat het gewas in de spuitvensters ernstig werd aangetast door roestziekten. Op de twee in het zuiden van het land gelegen percelen (Wijnandsrade en Rusthoeve) was 'bruine roest' dominant aanwezig, terwijl zowel 'bruine roest' als 'gele roest' aanwezig was op twee noordelijker gelegen percelen (PPO-AGV en Ebelsheerd). In het spuitvenster van de vijfde proefboerderij (de Kooijenburg) was veel 'meeldauw' en 'septoria bladvlekkenziekte' aanwezig.

4. Samenvatting

In vijf verschillende regio's werd in 2001 op 35 praktijkpercelen wintertarwe het optreden van fusarium-ziekten en overige ziekten en plagen in twee rondes (bloei en afrijping) geïnventariseerd.

'Fusarium-voetziekte' en 'kafjesrood' kwamen algemeen voor. Door 'sneeuwschimmel' aangetaste bladeren werden minder vaak gevonden. De incidentie van 'kafjesrood' was over het algemeen laag.

'Oogvlekkenziekte' was de belangrijkste voetziekte.

'Septoria bladvlekkenziekte' was dominant aanwezig, maar meestal beperkt tot de onderste bladlagen. Verder was in 2001 de algemene ziektedruk laag.

Tijdens de afrijping werd op zes percelen 'DTR' aangetroffen. Alleen op een perceel in Zuid-Limburg kon 'DTR' zich sterk ontwikkelen. Verder kwamen 'bruine roest' en 'meeldauw' algemeen voor.

De dierlijke belagers 'graanhaantje', 'bladmineerder' en 'bladluis' kwamen algemeen voor. Het 'graanhaantje' was de belangrijkste plaag.

Deel 2.
Detectie van toxigene
***Fusarium* spp. in**
Nederlandse wintertarwe
in 2001

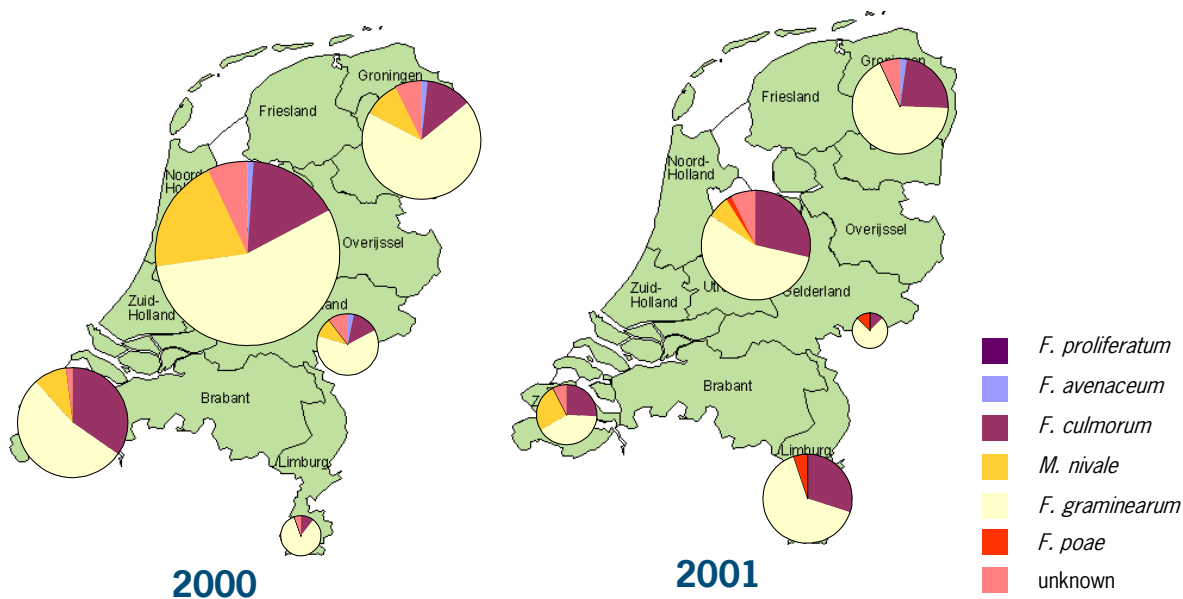
5. Frequentie van Fusarium-soorten op tarwe

In analogie met de fusarium-survey in het jaar 2000 (Waalwijk *et al.*, 2000) werden van 40 percelen verspreid over het gehele land aren verzameld die een zichtbare fusarium-aantasting vertoonden. Per monster zijn verschillende aren genomen waarvan 1-2 korrels per aar uitwendig werden ontsmet door dompeling in 70% alcohol en daarna twee minuten in 2% chloor (natriumhypochloriet). Vervolgens werden de korrels individueel driemaal gewassen in steriel water en uitgelegd op een PDA-plaat met tetracycline (10 mg/l) en streptomycine (100 mg/l) die gedurende vijf dagen werd geïncubeerd bij 20°C. Daarna werd van elke korrel met mycelium-uitgroei een plukje overgezet op een nieuwe PDA-plaat die onder dezelfde omstandigheden werd geïncubeerd. Op deze wijze werden 145 isolaten verkregen, die met behulp van de multiplex PCR, ontwikkeld in 2000, werden geanalyseerd. De verdeling van de geïdentificeerde soorten binnen het fusarium-complex en de vergelijking met de situatie in 2000 is weergegeven in Tabel 6. De verdeling over de verschillende regio's is samengevat in Figuur 1 en Tabel 7, terwijl de verdeling over de bemonsterde rassen is weergegeven in Tabel 8.

Tabel 6. Verdeling van *Fusarium spp.* in Nederland in 2000 en 2001 (percentages).

Species	2000	2001
<i>Fusarium avenaceum</i>	3 (1,2)	1 (0,7)
<i>F. culmorum</i>	42 (20,1)	43 (29,7)
<i>F. graminearum</i>	122 (58,4)	85 (58,6)
<i>F. poae</i>	0	3 (2,1)
<i>F. proliferatum</i>	0	0
<i>Microdochium nivale</i> var. <i>majus</i>	34 (16,3)	10 (6,9)
Andere ^a	8 (3,4)	3 (2,1)
Totaal	209	145

^a In 2000 zijn de isolaten die niet met een van de combinaties van primers uit de multiplex PCR reageerden nader onderzocht. Een deel van deze isolaten reageerde ook niet met de generieke primers ITS1 en ITS4. Dit suggereert dat onvoldoende DNA van deze isolaten werd verkregen. De resterende isolaten werden verder geanalyseerd op morfologische kenmerken en met behulp van moleculaire identificatie. Hiervan kwam naar voren dat deze isolaten abusievelijk als fusarium-soorten werden gedetermineerd. Morfologisch werden deze isolaten als *Epicoccum spp.* of *Ascochyta spp.* geïdentificeerd. Moleculaire identificatie werd gedaan via de sequentie bepaling van het ITS van het ribosomale DNA. BLAST-analyses van deze sequenties gaven aan dat het om soorten ging die taxonomisch ver verwijderd zijn van het geslacht *Fusarium*. Omdat er geen sequenties van *Ascochyta* in de huidige databases beschikbaar zijn, werden deze sequenties gedeponerd onder de accessie-nummers AF520640-520642.



Figuur 1. Verdeling van fusarium-soorten over de verschillende regio's in Nederland in de jaren 2000 en 2001.

Tabel 7. Aantal isolaten van *Fusarium* spp. in verschillende regio's in 2001.

Regio	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>M. nivale</i>	<i>F. poae</i>	Onbekend	Totaal
Zuidwest	0	9	10	7	0	1	27
Oost	0	1	6	0	1	0	8
Centraal	0	15	27	3	1	1	47
Noordoost	1	12	29	0	0	1	43
Zuidoost	0	6	13	0	1	0	20
Totaal	1	43	85	10	3	3	145

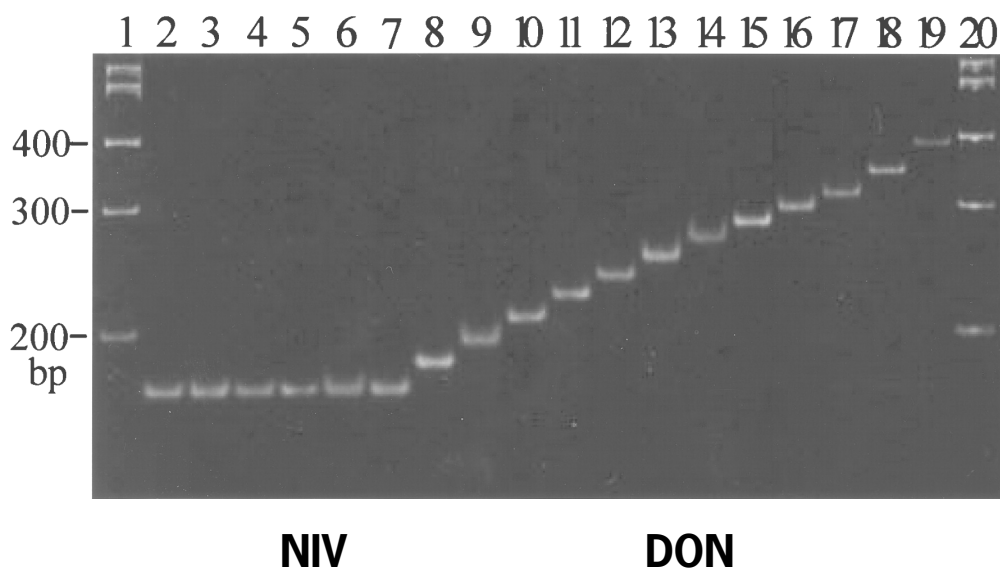
Tabel 8. Aantal isolaten van *Fusarium* spp. op verschillende cultivars in 2001.

Cultivar	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>M. nivale</i>	<i>F. poae</i>	Onbekend	Totaal
Renan	0	1	0	0	0	0	1
Tower	0	1	0	0	1	0	2
Ritmo	0	4	6	0	0	0	10
Drifter	0	15	28	4	1	1	49
Residence	0	5	13	1	0	0	19
Vivant	1	13	37	5	1	2	59
Kampa	0	4	1	0	0	0	5
Totaal	1	43	85	10	3	3	145

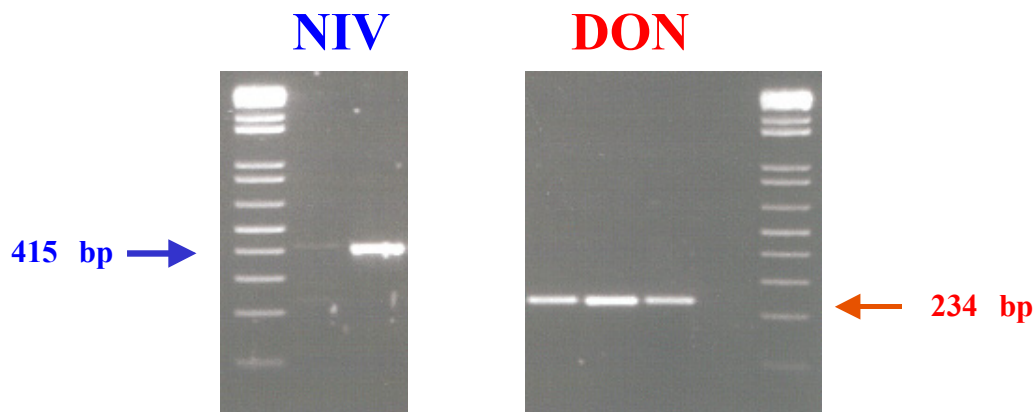
De verdeling van de soorten binnen het complex laat zien dat *F. graminearum* opnieuw de meest prominente soort binnen het complex is. In 2000 werd in alle regio's meer dan de helft van het aantal isolaten als *F. graminearum* gedetermineerd. Ook in 2001 was dat het geval voor de meeste regio's, behalve voor in Zuidwest Nederland waar het percentage *F. graminearum* 37% was (Figuur 1). Verder is het opvallend dat *F. poae*, in tegenstelling tot eerdere inventarisaties, nauwelijks voorkomt.

6. Productie van deoxynivalenol (DON) of nivalenol (NIV)

De genen die verantwoordelijk zijn voor de synthese van trichothecenen, waaronder DON en NIV, liggen bij elkaar in een zogenaamde genencluster op het genoom van betreffende fusarium-soorten (Brown *et al.*, 2001 en 2002; Lee *et al.*, 2001 en 2002). Er is nog veel onduidelijk over de exacte synthese-route voor DON en NIV, verwante mycotoxinen als T-2 en HT-2 en hun vermoedelijke intermediären zoals tri-acetylscirpenol (TAS) en di-acetylscirpenol (DAS). Desalniettemin hebben voornoemde auteurs een relatie kunnen leggen tussen het *tri7*-gen en het *tri13*-gen van deze genencluster en de productie van hetzij DON, hetzij NIV. NIV-producerende isolaten bevatten een DNA-sequentie in het *tri7*-gen die in DON-producenten wordt onderbroken door een of meerdere kopieën van een stukje DNA met een lengte van 11 bp. Met specifieke primers voor dit gen kunnen NIV- en DON-producenten dus worden onderscheiden (Figuur 2). Daarnaast blijkt ook de sequentie van het *tri13*-gen van DON-producenten aanzienlijk te verschillen van die van NIV-producenten. Van dit gen werden door ons specifieke primers ontwikkeld die zijn getoetst op alle isolaten uit 2000 en 2001 (Figuur 3). Een vergelijking van de frequentie van DON- en NIV-producenten van *F. culmorum* en *F. graminearum* voor beide jaren geeft een lichte, maar stelselmatige toename te zien van het percentage NIV-producenten (Tabel 9). Deze analyse heeft een indirect karakter, omdat geen toxineanalyses op de isolaten werden uitgevoerd. Desondanks verdient het aanbeveling deze analysemethode verder uit te werken aangezien de prognose voor DON- of NIV-productie met de specifieke *tri7*-primers een goede correlatie vertoonde met die voor het *tri13*-gen. Voor *F. culmorum* werd in 66 van de 83 isolaten hetzelfde resultaat vastgesteld (= 79,5%) en voor *F. graminearum* was dit bij 185 van de in totaal 206 isolaten het geval (= 89,5%).



Figuur 2. Moleculair onderscheid tussen fusarium-isolaten met behulp van *tri7* PCR die een indicatie vormt voor het vermogen van deze isolaten om DON of NIV te produceren (naar Lee *et al.*, 2001).



Figuur 3. Moleculair onderscheid tussen fusarium-isolaten met behulp van *tri13* PCR die een indicatie vormt voor het vermogen van isolaten om DON of NIV te produceren.

Tabel 9. De verdeling van DON- en NIV-producenten in populaties van *F. culmorum* en *F. graminearum* bepaald met behulp van *tri7* en *tri13* PCRs.

	2000		2001	
	DON ^a	NIV	DON	NIV
<i>F. culmorum</i>	6 (24%)	19 (76%)	3 (10%)	27 (90%)
<i>F. graminearum</i>	73 (90%)	8 (10%)	53 (79%)	14 (21%)
	79 (75%)	27 (25%)	56 (58%)	41 (42%)

^a *Tri7* PCR reacties geven een fragment van 162 bp in geval van een NIV-producent en 162 bp + een veelvoud van 11 bp in geval van een DON-producent (Lee et al., 2001). De PCR-reactie afgeleid van het *tri13*-gen geeft 415 bp bij een NIV-producent en 234 bp in geval van DON-producenten.

Tabel 10. *Overzicht van fusarium-waarnemingen aan bladvoeten, bladeren en aren gedurende het seizoen in 40 tarwepercelen (zie ook Figuur 1) alsmede DON-bepalingen in het geoogste product met behulp van ELISA en HPLC. NASBA[®] geeft aan of de biosynthese van mycotoxinen in het geoogste product in gang is gezet. Met TaqMan[®] is de hoeveelheid biomassa van vier fusarium-soorten en de sneeuwschimmel (*M. nivale*) op het geoogste product kwantitatief bepaald.*

Per- ceel	Visuele waarneming ¹			DON ²			TaqMan ^{®3}				
	voet	blad	aar	ELISA	HPLC	NASBA ^{®4}	<i>F.avenaceum</i>	<i>F.culmorum</i>	<i>F.graminearum</i>	<i>M.nivale</i>	<i>F.poa</i>
1	22,0	-	1,1	525	330	+	63,33	10,67	9,80	0,67	0,20
2	-	1,6	0,6	181		-	3,00	17,73	27,00	4,00	4,50
4	2,0	-	1,3	188		-	1,10	2,67	8,23	1,20	0,87
5	-	-	0,3	171		-	1,90	0,20	5,57	0,60	0,17
6	2,0	-	-	126		-	0,93	0,10	3,47	0,30	0,03
7	12,0	-	0,1	146		-	3,90	2,73	11,97	0,43	0,63
8	4,0	-	1,1	1427	1000	+	22,50	25,27	202,07	24,43	0,97
9	2,0	-	0,1	151		-	39,67	0,47	11,80	1,97	0,17
11	2,0	-	-	126	<100	-	1,53	1,70	0,27	0,27	0,43
12	2,0	2,0	0,3	193		-	1,10	3,93	36,23	6,80	0,23
13	6,0	-	0,1	329		-	8,03	24,70	88,50	1,37	5,80
14	-	-	0,7	232		-	11,93	15,37	39,93	0,83	2,10
15	-	-	0,3	260		-	10,00	57,50	40,93	3,20	2,80
16	-	-	1,1	248	<100	+	10,97	13,23	49,97	37,67	6,40
17	2,0	-	0,2	188		-	3,27	2,03	35,27	1,70	1,60
19	-	-	-	157		-	64,37	5,03	20,83	0,40	0,30
20	4,0	-	0,3	154	<100	+	1,33	0,90	2,77	0,27	0,07
21	-	-	0,1	147		-	22,00	1,17	17,90	3,37	0,27
22	-	-	1,0	136		-	13,73	0,60	22,57	35,47	0,03
23	8,0	-	-	132		-	10,30	0,93	5,33	3,83	0,80
25	-	-	0,4	457		-	27,47	6,10	108,67	7,50	1,37
26	-	-	0,1	325		-	5,47	26,57	45,53	4,13	0,77
27	6,0	-	1,2	2417	2000	+	49,10	12,93	666,47	24,63	16,10
28	6,0	10,6	7,6	8474	9300	+	66,27	23,67	2477,67	14,83	6,30
29	12,0	7,0	11,6	7406	7200	+	11,23	35,07	1189,50	10,13	4,77
30	2,0	-	0,3	766		-	15,73	16,37	357,53	17,47	2,53
31	8,0	-	7,5	9573	<100	+	133,90	30,07	2935,77	2,80	1,80
32	-	1,3	-	371		-	4,80	6,13	52,53	2,73	0,67
33	-	-	0,8	261		-	337,47	10,00	59,20	2,93	1,23
34	-	-	-	343		-	12,47	13,03	340,80	0,80	0,57
35	2,0	-	1,4	1519	870	-	55,57	11,50	343,30	2,20	2,37
37	-	0,8	2,0	1062	840	-	452,87	2,43	1509,47	16,07	0,70
38	2,0	-	2,2	5622	4400	-	151,77	756,70	522,53	28,77	4,70
39	2,0	-	8,5	3012	2000	-	174,07	216,60	1102,90	99,10	4,27
40	-	-	-	870	700	+	40,10	27,87	226,37	21,37	1,30

¹ Incidenties in de tweede waarnemingsronde (uitgevoerd tussen 12-25 juli 2001; DC 78-89: (percentage stengels voor de voetziekte, percentage bladeren voor sneeuwschimmel op het blad, percentage kafjes voor fusarium in de aar).

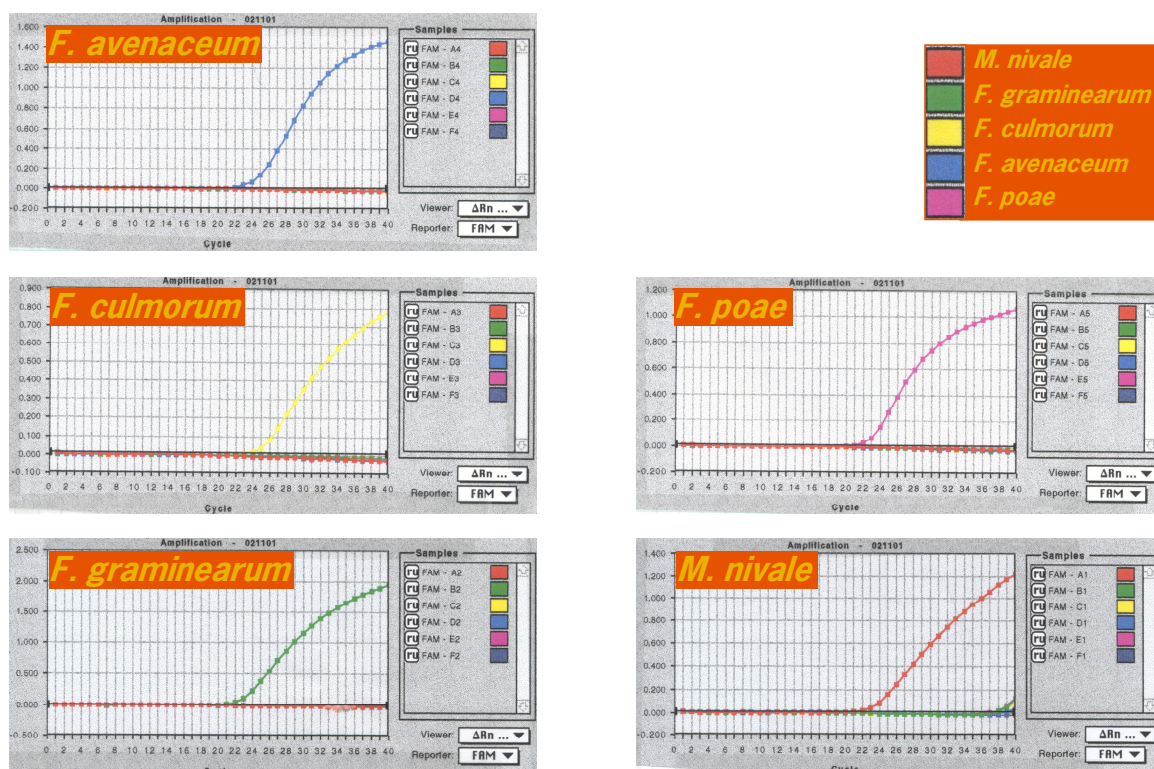
² In ppb.

³ In pg/ μ g drogestof (ppb).

⁴ Uitgevoerd op 50 zaden.

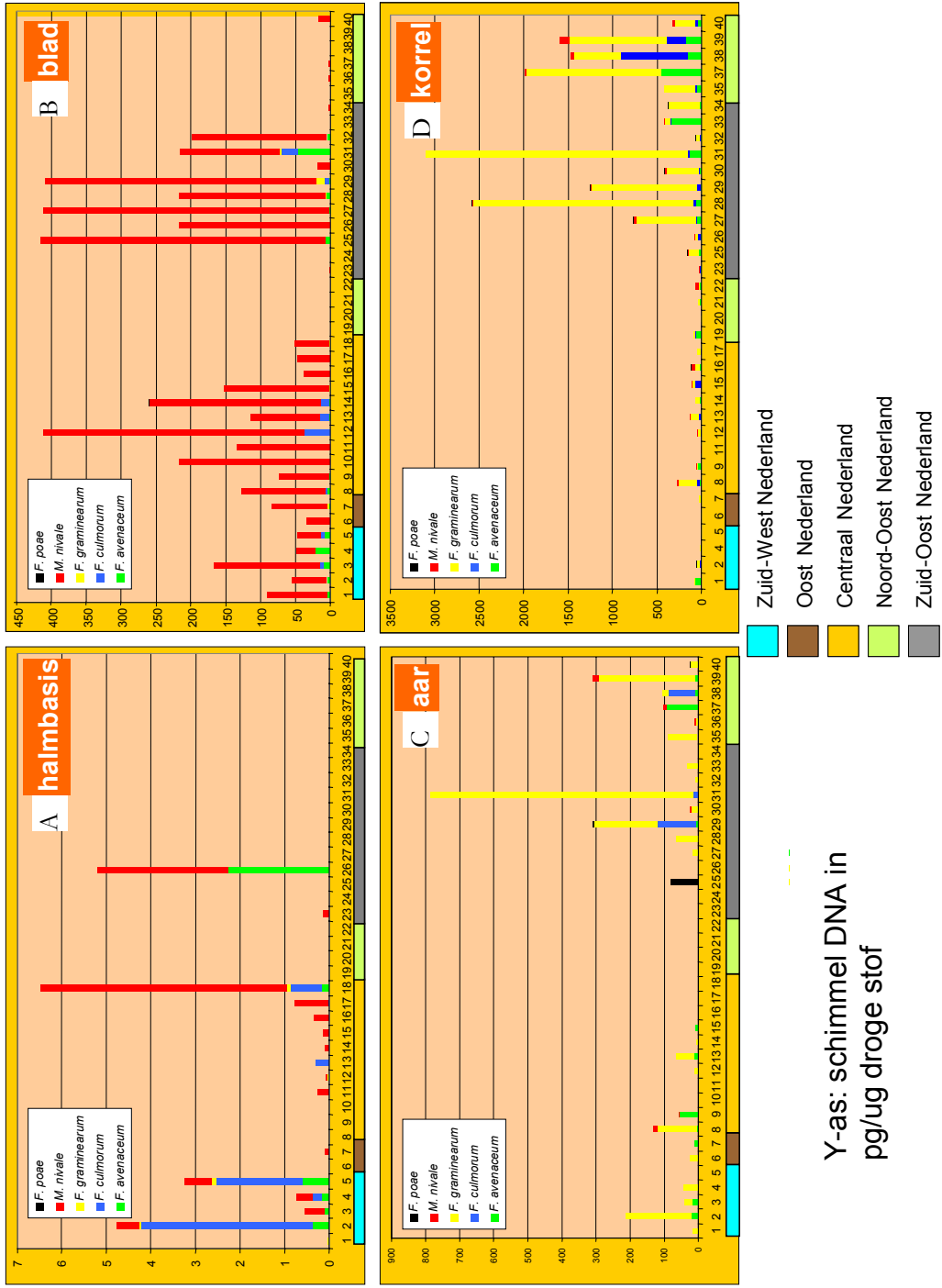
7. Kwantitatieve detectie van fusarium-soorten m.b.v. TaqMan®

In 2001 werd een kwantitatieve detectiemethode ontwikkeld op basis van het TaqMan®-principe. Hierbij kan een zeer geringe hoeveelheid materiaal worden gedetecteerd door combinatie van een amplificatie m.b.v. PCR, een zeer gevoelige detectie m.b.v. een ‘molecular beacon’ die een fluorescente groep bevat. Omdat doorlopend kan worden gemeten en een interne standaard van bekende concentratie wordt toegevoegd, kan een goede schatting van de oorspronkelijke concentratie van het pathogeen in het monster worden gemaakt. Hiervoor wordt de eerste waarde boven de achtergrond (‘time to positivity’) van een monster vergeleken met enkele referenties met bekende hoeveelheden. De interne standaard is tevens een controle op het goed verlopen van de reactie. Voor de meest voorkomende soorten in het fusarium-complex werden specifieke primers en molecular beacons ontwikkeld. In Figuur 4 wordt het verloop van de reactie weergegeven als functie van het aantal cycli in de PCR. Tevens werd aangetoond dat geen van de andere soorten in het complex een kruisreactie geeft.



Figuur 4. Kwantitatieve detectie van fusarium-soorten met behulp van TaqMan®.

In 2001 werden in de inventarisatiepercelen steekproefsgewijs monsters genomen van 50 planten(delen) per perceel. Tijdens de eerste ronde (DC 45-65) werden de onderste bladeren en de halmbases van deze 50 planten gescheiden en werden mengmonsters gemaakt. Tijdens de tweede ronde (DC 78-89) werden 50 aren per perceel verzameld. In deze twee ronden werden zo in totaal 120 monsters verkregen. Tenslotte is tijdens de oogst op 35 percelen een monster van het geoogste zaad genomen dat naar Plant Research International werd verstuurd. In totaal zijn dus 155 monsters verkregen, die in samenwerking met PPO Lelystad zijn gevriesdroogd en gemalen. Vervolgens zijn alle 155 monsters met behulp van de bovengenoemde TaqMan® methode geanalyseerd. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in de vier grafieken van Figuur 5.



Figuur 5. Kwantitatieve detectie (ppb) van *Fusarium*-soorten op de halmbasis (5A), bladeren (5B), aren (5C) en geogst zaad (5D) in mengmonsters die werden verzameld van veertig percelen door heel Nederland.

De samenstellingen van de populaties gevonden op halmbasis, blad, aar en korrel komen niet met elkaar overeen. Een vergelijking tussen de monsters van halmbasis en blad geeft aanleiding tot enkele opmerkelijke constatering: op de halmbasis komt over het algemeen zeer weinig biomassa voor, met een maximum van 1,66 pg *M. nivale* DNA in het zwaarst besmette perceel 18 (zie Figuur 5A). Ditzelfde perceel heeft een relatief lage besmetting van 14,65 pg op het blad t.o.v. andere percelen (0-122 pg) (Figuur 5B). De prominente aanwezigheid van *F. culmorum* op de halmbasis in perceel 2 (Figuur 5A; 1.16 pg) komt niet overeen met *F. culmorum* op het blad (Figuur 5B; 0.45 pg tegenover 13.79 pg *M. nivale*). Ook de aanwezigheid van *F. avenaceum* op de halmbasis in perceel 26 (Figuur 5B; 0,68 pg) stemt niet overeen met wat op blad is aangetroffen (Figuur 5B; 0,0 pg). Deze waarnemingen zijn des te opvallender aangezien de halmbasis monsters en de bladmonsters bestaan uit een mengsel van plantendelen van dezelfde 50 planten van ieder perceel. De bladmonsters laten een opvallende afwezigheid van *M. nivale* zien in de regio aangeduid met Noordoost Nederland (Figuur 5B). Daarentegen werd op de aren die in ronde 2 (DC 78-89) werden verzameld, voornamelijk *F. graminearum* gevonden (Figuur 5C; 0-231 pg) terwijl *M. nivale* een onderschikte rol speelt met maximaal 5 pg in perceel 39 (Figuur 5C). In de korrelfracties werd opnieuw *F. graminearum* als belangrijkste pathogeen gevonden, met name in Centraal en Noordoost Nederland (zie Figuur 5D). Er kan worden geconcludeerd dat kwantitatieve detectie van verschillende fusarium-soorten in mengmonsters succesvol kan worden toegepast. Hiermee is een uniek gereedschap tot stand gekomen waarmee de dynamiek van fusarium-populaties in het gewas door de tijd gevolgd kan worden. De methode kan zodoende worden ingezet om het effect van tal van beheersingsmethoden in kaart te brengen en te vergelijken, zelfs wanneer fusarium-besmettingen, zoals in 2001, niet zeer groot zijn.

8. Vergelijkende toxine-analyses m.b.v. HPLC, ELISA en NASBA®

De monsters die werden verzameld bij de oogst zijn met drie verschillende methoden geanalyseerd op het voorkomen van mycotoxines, met name DON. Hiertoe werd door PPO Lelystad een ELISA uitgevoerd die is gebaseerd op de detectie van DON m.b.v. specifieke antilichamen. Deze methode is vergeleken met de NASBA®-methode die op Plant Research International is ontwikkeld voor het *trt5*-gen, het eerste gen in de biosyntheseroute voor trichothecenen. Tenslotte werd in overleg met de begeleidingscommissie een selectie van deze graanmonsters ook met HPLC geanalyseerd. Zowel de ELISA als de HPLC werden uitgevoerd op gevriesdroogd, gemalen materiaal, terwijl de NASBA® is uitgevoerd op intacte zaden. NASBA® werd uitgevoerd op 5 zaden en 50 zaden. Uiteraard heeft de monsternamen een grote invloed, hetgeen ook kan worden afgeleid uit het feit dat meer monsters positief zijn bij een analyse van 50 zaden (Tabel 10).

Tabel 10 is een samenvatting van de resultaten die met deze methoden werden verkregen. Daarnaast zijn tevens de gegevens van de visuele waarneming en de TaqMan®-resultaten van deze monsters weergegeven. De correlatie tussen de verschillende analysemethoden is redelijk. In monsters met zeer hoge ELISA-waarden werden ook altijd hoge HPLC-waarden gemeten. Voor de monsters van de percelen 8, 27, 28, 29 en 40 werden met alle analysemethoden vergelijkbare resultaten verkregen. Perceel 31 was hierop een opvallende uitzondering omdat, ondanks de hoogste waarden voor ELISA, NASBA® en *F. graminearum* TaqMan®, in dit monster met HPLC geen DON kon worden aangetoond.

Een viertal monsters (35, 37, 38 en 39) gaf vergelijkbare resultaten met ELISA, HPLC en TaqMan®, maar met NASBA® werd niets gedetecteerd. Anderzijds werden de monsters 1, 16, 20 en 26 met NASBA® positief en met de andere analysemethoden negatief beoordeeld. Dit is mogelijk te verklaren uit het feit dat de NASBA® (i) zeer gevoelig is ten opzichte van de andere methoden en (ii) als enige wordt uitgevoerd op het extract van intacte korrels.

9. Conclusies en aanbevelingen

In deze survey wordt bevestigd dat *F. graminearum* een veel prominentere rol speelt dan voorheen is aangenomen (Waalwijk *et al.*, 2000; De Nijs *et al.*, 1996; De Nijs, 1998; Snijders, 1996a, 1996b). Binnen *F. graminearum* en *F. culmorum* hebben wij echter zowel DON- als NIV-producenten waargenomen. De mogelijkheid dat er binnen fusarium-soorten ook verschuivingen optreden in fracties die verschillende mycotoxinen produceren verdient meer aandacht. Het verdient daarom aanbeveling de surveys voort te zetten op een groter aantal percelen en deze gegevens te koppelen met mycotoxineprofielen van de geïsoleerde fusarium-stammen. De toepassing van de kwalitatieve en de kwantitatieve detectiekits heeft geleid tot een goed overzicht van de fusarium-populatie in Nederland. Het feit dat de dynamiek van deze populaties met de binnen dit project ontwikkelde methoden nauwkeurig en snel in kaart kan worden gebracht kan de basis vormen voor het doormeten van diverse beheersingsstrategieën. Het voortzetten en uitbreiden van de surveys dient ook ter validatie van de ontwikkelde kits in overweging genomen te worden. Om tot gedegen uitspraken te komen is het tevens wenselijk diverse teeltaspecten, zoals voorvrucht en fungiciden-gebruik, in de analyses mee te nemen. Inzicht in de ontwikkeling van én verschuivingen in fusarium-populaties tijdens het seizoen zullen bijdragen aan de verantwoorde teelt van granen.

Referenties

- Anonymus, 2000.
Maandoverzicht van het weer in Nederland. MOW Bulletin 97/9-12.
- Anonymus, 2001.
Maandoverzicht van het weer in Nederland. MOW Bulletin 98/1-8.
- Brown, D.W., S.P. McCormick, N.J. Alexander, R.H. Proctor & A.E. Desjardins, 2001.
A genetic and biochemical approach to study trichothecene diversity in *Fusarium sporotrichoides* and *Fusarium graminearum*. Fungal Genet. Biol. 32: 121-144.
- Brown, D.W., S.P. McCormick, N.J. Alexander, R.H. Proctor & A.E. Desjardins, 2002.
Inactivation of a cytochrome P-450 is a determinant of trichothecene diversity in *Fusarium* species. Fungal Genet. Biol. 36: 224-233.
- De Nijs, M., P. Soentoro, E.D.V. Asch, H. Kamphuis, F.M. Rombouts & S.H.W. Notermans, 1996.
Fungal infection and presence of deoxynivalenol and zearalenone in cereals grown in the Netherlands. J. Food Protection 59: 772-777.
- De Nijs, M., 1998.
Public health aspects of *Fusarium* mycotoxins in food in The Netherlands: A risk assessment. Ph.D. Thesis, 140 pp.
- Kema, G.H.J., J. Köhl, P. Kastelein, W.L.M. Tamis & W.J. van den Brink, 1999.
Inventarisatie en preventie van de belangrijkste bladvlekkenziekten in tarwe, veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) en *Septoria tritici*; Verslag over Deel 1. IPO-DLO Rapport nr. 99-01.
- Köhl, J., G.H.J. Kema, N.J. Fokkema, M. Gerlagh, H.M. Goossen-van de Geijn, P. Kastelein & E.C.P. Verstappen, 2003.
Inventarisatie en preventie van de belangrijkste bladvlekkenziekten in tarwe, veroorzaakt door *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) en *Septoria tritici*; Verslag over Deel 2. Plant Research International Rapport (in druk).
- Lee, T., Y-K. Han, K-H. Kim, S-H. Yun & Y-W. Lee, 2002.
Tri13 and *tri7* determine deoxynivalenol and nivalenol producing chemotypes of *Gibberella zeae*. Applied and Environmental Microbiology 68: 2148-2154.
- Lee, T., D-W. Oh, H-S. Kim, J. Lee, Y-H. Kim, S-H. Yun & Y-W. Lee, 2001.
Identification of deoxynivalenol and nivalenol producing chemotypes of *Gibberella zeae* by using PCR. Applied and Environmental Microbiology 67: 2966-2972.
- Snijders, C.H.A., R.A. Samson, E.S. Hoekstra, T. Ouellet, J.D. Miller, P.C.E.M. de Rooij van der Goes, A.J.M. Baar, A.E.J. Dubois & H.F. Kauffman, 1996a.
Analysis of *Fusarium* causing dermal toxicosis in marram grass planters. Mycopathologia 135: 119-128.
- Snijders, C.H.A. & G.D. Winkelhorst, 1996b.
An artificial inoculation method to screen for resistance to *Fusarium*-rot in grasses. IOBC-WPRS Bulletin 19: 265-271.
- Tamis, W.L.M. & W.J. van den Brink, 1998.
Inventarisatie van ziekten en plagen in wintertarwe in gangbare, geïntegreerde en ecologische teeltsystemen in Nederland in de periode 1993 – 1997. IPO-DLO Rapport nr. 98-01.
- Tamis, W.L.M. & W.J. van den Brink, 1999.
Conventional, integrated and organic winter wheat production in The Netherlands in the period 1993 – 1997. Agriculture, Ecosystems and Environment 76: 47 – 59.
- Waalwijk, C., T. Hesselink, Ph.M. de Vries, B.H. de Haas, P. Kastelein, E.C.P. Verstappen, T.A.J. van der Lee & G.H.J. Kema, 2000.
Fusarium in Nederland: inventarisatie en identificatie, Nota 54, Plant Research International B.V., 12 pp.

Bijlage A.

Akkerbouwbedrijven betrokken bij de landelijke ziekteninventarisatie 2001

Akkerbouwbedrijf	Woonplaats	Sub-regio
<i>Centrale Zeeklei (CZK)</i>		
P.J. Vlaming	Nagele	Noordoostpolder
Mts. Groenewold	Emmeloord	Noordoostpolder
H.J. Custers	Biddinghuizen	Oost-Flevoland
N.A. van Stee	Biddinghuizen	Oost-Flevoland
Proefbedrijf van het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente (PPO-AGV)	Lelystad	Oost-Flevoland
A.H. Vermeulen	Swifterbant	Oost-Flevoland
T. Boerma	Zeewolde	Zuid-Flevoland
G.L. de Geus	Zeewolde	Zuid-Flevoland
D. Monsma (BV Exploitatiebedrijf Nz 27)	Zeewolde	Zuid-Flevoland
<i>Noordelijke Zeeklei (NZK)</i>		
K.B. Bos	Holwierde	Oost-Groningen
A.E.F. ten Kate	Nieuwolda	Oost-Groningen
M.M. Oostdijk	Bellingwolde	Oost-Groningen
Proefboerderij Ebelsheerd	Nieuw Beerta	Oost-Groningen
R.P. Meijer	Kloosterburen	West-Groningen
V.O.F. Buijsse - Meereboer	Middenmeer	Wieringermeer
P.J. Goedbloed (V.O.F. De Oostwaardhoeve)	Slootdorp	Wieringermeer
<i>Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK)</i>		
J. Burgers (Polder Janneezand)	Hank	Hoekse Waard
H.J. v.d. Riet	Dinteloord	Hoekse Waard
J. Blok	Nieuwdorp	Zeeuwse eilanden
H.R. Leemhuis	Geersdijk	Zeeuwse eilanden
Mts. Van Maldegem-De Vos	Kortgene	Zeeuwse eilanden
Proefboerderij Rusthoeve	Colijnsplaat	Zeeuwse eilanden
R.L.M. Cammaert	Schoondijke	Zeeuws Vlaanderen
Mts. J.J. & J.C. Poissonnier-d'Hont	Schoondijke	Zeeuws Vlaanderen
J.C.P. Quist	IJzendijke	Zeeuws Vlaanderen
<i>Noordoost Nederland (NON)</i>		
M.J. Bakker	Valthermond	Drenthe
H. van der Horst	't Haantje	Drenthe
Proefboerderij Kooijenburg	Marwijksoord	Drenthe
<i>Zuidoost Nederland (ZON)</i>		
M.A.J. van Weringh	Laren	Achterhoek
J.P.N. van Olst	Andelst	Betuwe
J. Keybets	Voerendaal	Zuid-Limburg
J. Petit	Voerendaal	Zuid-Limburg
Proefboerderij Wijnandsrade	Wijnandsrade	Zuid-Limburg
W. Vogels	Schinnen	Zuid-Limburg

Bijlage B.**Gegevens van de in 2001 op ziekten en plagen geïnventariseerde tarwepercelen**Tabel B.1. *Percelen van akkerbouwbedrijven.*

Code	Sub-regio	Bedrijfsstelsel	Tarweras	Vorige teelt wintertarwe
<i>Centrale Zeeklei (CZK)</i>				
WT411	Zuid-Flevoland	Ecologisch	Renan	1996
WT412	Zuid-Flevoland	Ecologisch	Kampa	onbekend
WT421	Zuid-Flevoland	Gangbaar	Drifter	1997
WT422	Oost-Flevoland	Gangbaar	Residence	1998
WT423	Oost-Flevoland	Geïntegreerd	Vivant	1997
WT424	Oost-Flevoland	Geïntegreerd	Drifter	1997
WT431	Noordoostpolder	Geïntegreerd	Vivant	1998
WT432	Noordoostpolder	Geïntegreerd	Residence	1993
<i>Noordelijke Zeeklei (NZK)</i>				
WT511	Wieringermeer	Gangbaar	Drifter	1994
WT512	Wieringermeer	Gangbaar	Vivant	1998
WT521	West-Groningen	Geïntegreerd	Residence	1999
WT531	Oost-Groningen	Geïntegreerd	Vivant	1997
WT532	Oost-Groningen	Gangbaar	Vivant	2000
WT533	Oost-Groningen	Geïntegreerd	Drifter	2000
<i>Zuidwestelijke Zeeklei (ZWK)</i>				
WT211	Zeeuws Vlaanderen	Geïntegreerd	Vivant	1995
WT212	Zeeuws Vlaanderen	Gangbaar	Drifter	1999
WT213	Zeeuws Vlaanderen	Gangbaar	Residence	1997
WT221	Zeeuwse Eilanden	Geïntegreerd	Residence	1997
WT222	Zeeuwse Eilanden	Geïntegreerd	Drifter	1991
WT223	Zeeuwse Eilanden	Geïntegreerd	Residence	1997
WT231	Hoeksewaard	Geïntegreerd	Drifter	1994
WT232	Hoeksewaard	Geïntegreerd	Residence	1999
WT233	Hoeksewaard	Gangbaar	Vivant	1997
<i>Noordoost Nederland (NON)</i>				
WT303	Drenthe	Gangbaar	Tower	1998
WT304	Drenthe	Gangbaar	Drifter	1997
<i>Zuidoost Nederland (ZON)</i>				
WT111	Zuid-Limburg	Geïntegreerd	Vivant	1991
WT112	Zuid-Limburg	Geïntegreerd	Drifter	1997
WT113	Zuid-Limburg	Geïntegreerd	Drifter	1996
WT121	Achterhoek	Geïntegreerd	Tower	1998
WT131	Betuwe	Gangbaar	Vivant	1999

Tabel B.2. *Percelen van proefboerderijen.*

Regio	Proefboerderij	Bedrijfsstelsysteem	Tarweras	Vorige teelt wintertarwe
CZK	PPO-AGV Lelystad	Gangbaar	Vivant	1998
NZK	Ebelsheerd	Gangbaar	Ritmo	1998
ZWK	Rusthoeve	Gangbaar	Drifter	1998
NON	Kooienburg	Gangbaar	Drifter	1991
ZON	Wijnandsrade	Gangbaar	Drifter	1999