

Relatie bodembesmetting met *Colletotrichum coccodes* en zwarte spikkel op aardappel

Ir C. B. Bus

© 2009 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Financiers van dit project zijn:

Productschap Akkerbouw (PA), Stadhoudersplantsoen 12, 2517 JL Den Haag



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

en

Nederlandse Aardappel Organisatie (NAO), Van Stolkweg 31, 2585 JN Den Haag



Projectnummer: PPO nr. 3250101100

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten
Adres : Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
: Postbus 430, 8200 AA Lelystad
Tel. : 0320 - 291111
Fax : 0320 - 230479
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
2 METHODIEK	6
2.1 De grond.....	6
2.2 Het pootgoed	7
2.3 Verdere gewasbehandelingen	7
2.4 Waarnemingen aan loof en knollen	9
2.5 Statistiek.....	9
3 RESULTATEN	10
3.1 Resultaten grondonderzoek	10
3.2 Knolopbrengst per plant	10
3.3 Resultaten 20 planten t.o.v. de overige planten	11
3.4 Relatie rotte knollen in mei en grondsoort	12
3.5 Resultaten 116 planten	12
3.6 Samenhang tussen de waarnemingen.....	13
4 DISCUSSIE	15
4.1 Toetsgrenzen	15
4.2 Correlatie.....	15
4.3 Gepasteuriseerde grond gaf meer zwarte spikkel.....	16
4.4 Onderscheid zwarte spikkel en zilverschurft.....	16
5 CONCLUSIES	17
BIJLAGE 1: SCHEMA	18
BIJLAGE 2: WEERSGEGEVENS.....	19
BIJLAGE 3: AFBEELDINGEN GEWASGROEI EN OOGST	22

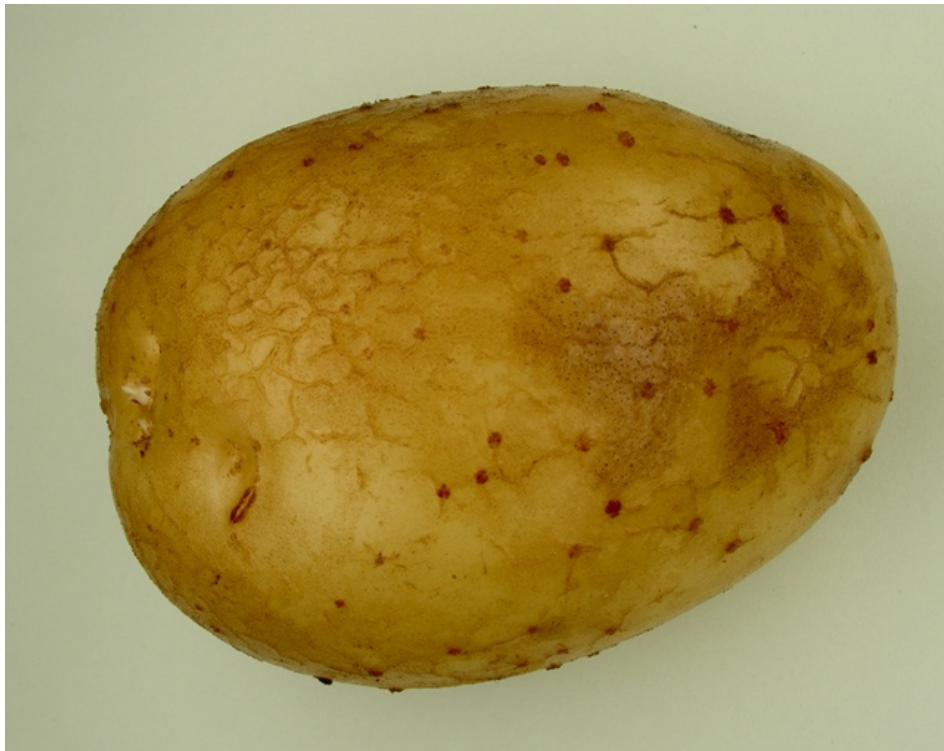
Samenvatting

De uitwendige kwaliteit in Nederland geteelde tafelaardappelen schiet vaak te kort. Een van de oorzaken is aantasting van de schil door de schimmel die zwarte spikkel veroorzaakt (*Colletotrichum coccodes* (Cc)).

Britse onderzoekers hebben een toets ontwikkeld waarbij de *Colletotrichum coccodes*-besmetting van de bouwvoor wordt vastgesteld via een PCR-techniek. Zij vonden een positieve correlatie tussen de bouwvoorbesmetting en de knolaantasting. De toets zou een voorspellende werking moeten hebben. Deze toets is door Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) toegepast in een emmerproef met tafelaardappelen van het ras Lady Christl. Belangrijkste doel was het vaststellen van de voorspellende werking van de grondtoets op de knolaantasting. Het in 2008 uitgevoerde onderzoek bouwde voort op het in 2007 uitgevoerde veldonderzoek.

Het belangrijkste resultaat van het in 2008 uitgevoerde PPO-onderzoek was een positieve, maar niet significante correlatie tussen de grondbesmetting en de aantasting op de knol.

De conclusie op basis van het onderzoek in 2007 en 2008 is als volgt. Toetsing van de grond op *Colletotrichum coccodes* heeft voor de (tafel)-aardappelteelt in Nederland een te geringe voorspellende waarde voor knolbesmetting met zwarte spikkel. De schilkwiteit van aardappelen kan er niet duidelijk door worden verbeterd.



Afbeelding 1: knol met zwarte spikkel (aantasting rechts van het midden)

1 Inleiding

De uitwendige kwaliteit van in Nederland geteelde tafelaardappelen schiet vaak te kort. Een van de oorzaken is aantasting van de schil door zwarte spikkel. Problemen zouden voorkomen kunnen worden als, met de schimmel *Colletotrichum coccodes* (Cc), besmette percelen tijdig vastgesteld kunnen worden en vervolgens voor de teelt van tafelaardappelen kunnen worden gemeden of met een gerichte maatregel kunnen worden behandeld. In Groot Brittannië is een toets ontwikkeld voor de aanwezigheid van Cc. De toepassing van deze toets voor Nederland is in dit project onderzocht. De bodemtest op aanwezigheid van *Colletotrichum coccodes*, de veroorzaker van zwarte spikkel, wordt momenteel door de British Potato Council geadviseerd.

Uit PPO-onderzoek in opdracht van LTO/NAO in 2007 kon geen relatie tussen besmetting van de grond en aantasting op de knollen worden vastgesteld. Het ging toen om 39 percelen in de regio Hoekse Waard waarop tafelaardappelen werden geteeld. Het onderzoek beperkte zich tot 3 rassen; Lady Christl (18x), Bildtstar (16x) en Red Baron (5x). Behalve in ras verschilden de percelen in zwaarte van de grond, voorvrucht, aardappelhistorie, soort bemesting e.d.. Ook was een aantal percelen behandeld met Amistar, een middel dat ook werkzaam is tegen zwarte spikkel.

Aan de begeleidingscommissie voor dit project (PPO nr 3250075800 met als titel "Verbeteren van het uiterlijk van in Nederland geteelde tafelaardappelen door het terugdringen van zwarte spikkel (*Colletotrichum coccodes*) op de schil.") is in januari 2008 voorgesteld dit onderzoek te herhalen maar dan met minder variabelen. In goed overleg is toen gekozen voor de aanpak zoals in deze proef is uitgevoerd.

Doelstelling

Voor Nederlandse omstandigheden de relatie vaststellen tussen de mate waarin de grond met *Colletotrichum coccodes* is besmet en waarin de stengels en knollen die op die grond groeien door deze schimmel worden aangetast.

Als te gebruiken gronden voor dit onderzoek is gekozen uit de 39 percelen die meededen in het zwarte spikkelonderzoek in 2007. Er is geselecteerd op:

- 1 grond met een lage en een hoge besmetting met Cc
- 2 grond waarvan knollen zijn geogst met een lage en hoge knolbesmetting.

In totaal is grond van zes percelen verzameld waarbij de grond van **één** perceel ook is gepasteuriseerd - 24 uur bij 70°C - zodat ook het effect van zwarte spikkelvrije grond nagegaan kon worden.

2 Methodiek

2.1 De grond

Half maart 2008 is onder natte omstandigheden door Nedato, op 5 percelen 200 liter grond en op 1 perceel 400 liter grond verzameld. Het was grond uit de regio Hoekse Waard waarop in 2007 het tafelaardappelras Lady Christl was geteeld. Van deze grond was onder meer de zwaarte bekend, de door SAC (Scottish Agricultural College) gemeten besmetting met zwarte spikkel in mei 2007 en de besmetting van de geogoste knollen in oktober 2007.

Deze grond is gedroogd en fijngemaakt (Afbeelding 2). Er is een grondmonster uit genomen dat op mate van besmetting met *Colletotrichum coccodes* onderzocht is. Dit is uitgevoerd door een Australisch instituut SARDI (South Australian Research and Development Institute). SAC was niet bereid de vereiste data te leveren waardoor gekozen is voor SARDI.



Afbeelding 2: 26 maart 2008; grond F ligt te drogen in de kas

Op 11 april zijn witte, 11 liter potten (emmers) gevuld met de grond; 20 potten per grondsoort. Elke pot was een herhaling. Deze grond werd in een betonmolen gemengd met 20 volumeprocenten perliet (om de grond luchtiger te maken). Moncereen werd toegevoegd tegen *Rhizoctonia solani*; omgerekend 10 liter in 250 liter water per hectare. Vydate 10G werd toegevoegd tegen eventuele aaltjes; omgerekend 40 kg per hectare. Als bemesting werden plantenvoedingskorrels toegevoegd (een mengmeststof "Osmocote exact, high K" met o.a. omgerekend per hectare 100 kg N, 110 kg P2O5, 180 kg K2O en 20 kg MgO). Van bedrijf F was grond voor 16 potten beschikbaar in plaats van voor 20. Door het noodzakelijke fijnmaken van de grond en mengen van de grond in de betonmolen is de structuur van de kleigronden negatief beïnvloed.

2.2 Het pootgoed

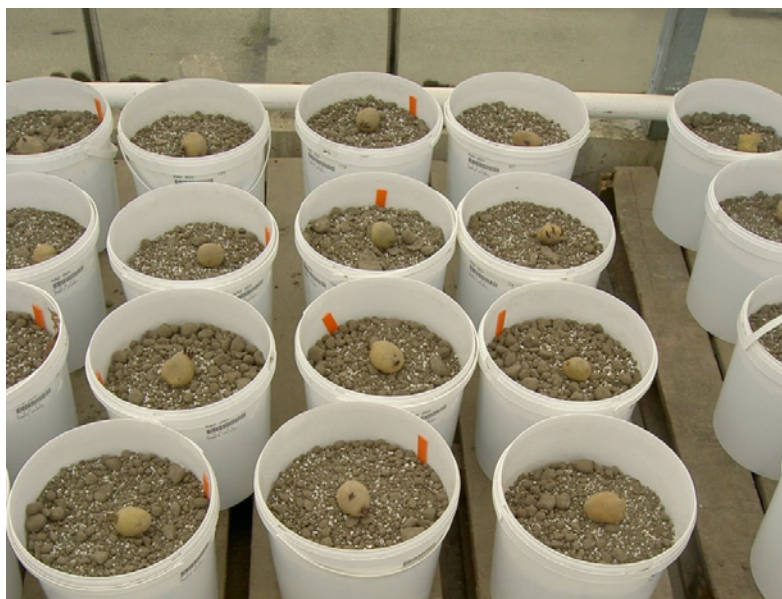
Het ras was Lady Christl, maat 35-40 mm. Herhaling 1-18 was vrij van zwarte spikkel, en herhaling 19-20 waren bedekt met <1% bedekking met zwarte spikkel (Afbeelding 3).



Afbeelding 3: 28 april; pootgoed bij het poten

2.3 Verdere gewasbehandelingen

Op 28 april is het pootgoed met stevige 1 à 2 cm lichtkiemen circa 5 cm diep in de potten gepoot (Afbeelding 4). Daarna zijn de potten in de kas in een bad met 10 cm leidingwater geplaatst zodat ze vochtig konden worden. In de bodems van de potten waren hiertoe 12 mm Ø gaatjes geboord.



Afbeelding 4: 28 april: potten, grond en knollen, net voor het poten

Op 14 mei zijn de potten volgens schema buiten geplaatst in rijen op 75 cm afstand en met een onderlinge afstand tussen de potten van 35 cm. Ze zijn 15 cm ingegraven. Voor en achter de proef zijn 2 randplanten geplaatst. De proef bestond uit 7 objecten * 20 herhalingen (Afbeelding 5). Zie voor het schema Appendix 1.



Afbeelding 5: 15 mei: daags nadat de potten in het veld zijn geplaatst

Op 20 mei waren de grootste planten 20 cm hoog. In 20 potten was geen opkomst. De potten bleken verrot te zijn. Ze zijn verwijderd (Afbeelding 6) en vervangen door andere knollen van dezelfde partij, maar met 1-2% zwarte spikkel.



Afbeelding 6: 20 mei: pot met opgegraven rotte potter

In juni was het erg droog (Afbeelding 7 en 8 in Bijlage 3). De planten zijn toen enkele keren met leidingwater van water voorzien; zie voor de weersgegevens Appendix 2.

Op 24 juni kregen de planten een bijbemesting met omgerekend per hectare 100 kg N, 58 kg P₂O₅, 133 kg K₂O en 33 kg MgO.

Vanaf 30 juni zijn de planten wekelijks gespoten met Ranman tegen Phytophthora en Pirimor tegen bladluizen.

Op 8 september is het gewas voor zover het nog niet dood was, doodgespoten met Reglone (Afbeelding 9 t/m 11 in bijlage 3).

Op 17 september zijn de potten in de kas gezet.

Op 3 oktober zijn de planten in de potten geoogst; zie ook afbeelding 12 t/m 14 in bijlage 3.

2.4 Waarnemingen aan loof en knollen

Op 23 juni en 24 juli is een cijfer gegeven voor de gewasontwikkeling om later eventuele verschillen tussen de planten en gronden te kunnen verklaren. Dit gebeurde op 23 juni, 3 en 24 juli.

Dit cijfer liep van 4= geelgroen, beperkte groei en lichte kleur tot 8=goed ontwikkeld en frisgroen.

Op 3 september is een cijfer gegeven voor de mate van afsterven van het loof. Dit cijfer liep van 0=dood tot 4=geelgroen.

Op 16 september is een cijfer gegeven voor de mate waarin de knollen boven de grond groeiden. Dit cijfer liep van 0=niets, 1. <10% zichtbaar, 2. 10-20% zichtbaar, 3. 20-40% zichtbaar, 4. 40-80% zichtbaar tot 5. >80% van de knollen zichtbaar.

Eind september is per pot het aantal stengels genoteerd (ast) en is per stengel de mate van aantasting door *Colletotrichum coccodes* vastgesteld. Dit liep uiteen van 0 tot 100, waarbij een stengelindex (stind) van 100 betekent dat alle stengels aan de stengelbasis zwaar waren aangetast.

Eind september zijn per pot de vijf grootste niet groene knollen op mate van bedekking met zwarte spikkel beoordeeld (= zwsp). Als alle 5 knollen voor 100% met zwarte spikkel bedekt zouden zijn, dan zou de uitslag 100 zijn. Tevens is van deze knollen het deel van het knoloppervlak geschat dat groen was (%kgr).

Op groene (delen van) knollen was nauwelijks zwarte spikkel te zien en daarom is ook een omrekening gemaakt waarbij de groene delen niet mee gerekend zijn (=zwspdef). Dit zwarte spikkelcijfer is daarom iets hoger, afhankelijk van de hoeveelheid groen.

2.5 Statistiek

De statistische analyse is uitgevoerd met behulp van het statistische programma GENSTAT 11.1.

In de tabellen zijn de getallen die in dezelfde kolom gevolgd worden door een gelijke letter niet statistisch betrouwbaar verschillend ($p=0.05$). Ook zijn van de belangrijkste variabelen de onderlinge correlaties berekend.

3 Resultaten

3.1 Resultaten grondonderzoek

De grondmonsters zijn op 10 april 2008 verzameld en, na drogen, naar onderzoeksinstituut SARDI in Australië gestuurd. De resultaten van het PCR-onderzoek zijn weergegeven in tabel 1, in de laatste kolom. De andere gegevens van de 6 gronden staan eveneens in tabel 1. Grond E is gelijk aan grond D behalve dan dat deze grond 24 uur tot 70°C verwarmd is.

Tabel 1. **Zwaarte grond (% slib), besmetting grond met Cc in mei 2007 (SAC) en 2008 (SARDI) en aantasting van de knollen van 2007 (bedZwSp okt '07)**

Grond	% slib	SAC Mei '07 Cc pgDNA/g	bedZwSp okt '07	SARDI Mei '08 Cc pgDNA/g
A	17	773	0,2	73
B	25	50	1,0	108
C	22	1578	3,4	215
D	31	0	0,0	198
E	31			
F	28	0	2,1	124
G	25	220	1,5	132

Grond D/E was de zwaarste en grond A de lichtste grond. Grond C was volgens SAC het zwaarste met Cc (*Colletotrichum coccodes*, de veroorzaker van zwarte spikkel bij aardappel) besmet bij het begin van het onderzoek in 2007. Bij de beoordeling van de knollen die in 2007 op die grond waren gegroeid, in oktober, was de besmetting met zwarte spikkel op grond C eveneens het hoogst. De besmetting van grond D was toen laag en ook op de knollen werd geen aantasting gevonden. Bij de andere gronden was de samenhang in besmetting tussen grond en knollen niet aanwezig. Ook de samenhang tussen de grondtoetsing van SAC in 2007 met de resultaten van SARDI in 2008 was niet zo groot ($r=0.35$). Weliswaar had grond C ook bij SARDI de hoogste besmetting, maar grond D was bij SARDI zeker niet de laagste.

3.2 Knolopbrengst per plant

Om een indruk te krijgen van de opbrengst per pot is van 12 monsters (6 met veel en 6 met weinig knolopbrengst) het aantal en gewicht aan knollen bepaald in drie maten. Veel knollen groeiden boven de grond, waarschijnlijk als gevolg van de dichte structuur van de grond. Daarom is hierbij ook nagegaan hoeveel er (deels) groen waren (zie ook afbeelding 15 en afbeelding 10 in bijlage 3).



Afbeelding 15: 2 september; detail proef

De totale knolopbrengst per pot was gemiddeld 1150 gram en liep uiteen van 439 tot 1823 gram. In de volgende tabel is van de 12 monsters het gemiddeld aantal en de spreiding weergegeven. De (deels) groene knollen zijn ook apart weergegeven.

Tabel 2: **Totaal aantal knollen per pot in 3 maten en apart de groene knollen plus de spreiding**

	< 35 mm	35-50 mm	>50 mm	totaal
Alle knollen	12,8 (3-28)	6,8 (3-9)	3,0 (0-7)	22,4 (10-31)
Groene knollen	9,5 (1-23)	3,1 (0-8)	1,3 (0-5)	13,8 (3-25)

Gemiddeld waren dus meer dan de helft van de knollen (deels) groen.

3.3 Resultaten 20 planten t.o.v. de overige planten

De waarnemingen aan de 20 later (2^e keer) gepote knollen zijn apart geanalyseerd ten opzichte van de overige planten.

Ze weken dusdanig af dat de verdere statistische analyse zonder deze 20 planten is uitgevoerd. In tabel 3 is het gemiddelde resultaat van die 20 planten en van de overige planten weergegeven.

Tabel 3. **Resultaten 20 planten (op 20 mei gepoot) in vergelijking met de overige planten (28 april gepoot)**

	Kleur 23/6	Kleur 3/7	Kleur 24/7	% kngr	stind	zwsp	zwspdef
20 planten	7,1 a	7,8 a	6,3 a	2,0 a	92 a	9,7 a	10,2 a
Overige	6,2 b	5,5 b	5,0 b	4,0 b	90 a	3,7 b	3,9 b

Zoals te verwachten, was het gewas bij de tweede pootdatum, op 23 juni, 3 en 24 juli significant groener dan bij de overige planten (van de eerste pootdatum). Het percentage groen op de geogste knollen was

betrouwbaar minder. De Cc-aantasting op de stengels verschilde niet betrouwbaar en de bedekking van de knollen met zwarte spikkel (zwsp), ook na correctie (zie 2.4) voor groen (zwspdef), was aanzienlijk en zeer betrouwbaar hoger. Niet duidelijk is of deze toename in zwarte spikkel is veroorzaakt doordat er meer zwarte spikkel op het pootgoed zat bij de tweede pootdatum. De correctie (zwsp t.o.v. zwspdef) is toegepast omdat de schimmel *C. coccodes* in de grond leeft en niet of nauwelijks aanwezig was op de groene – en dus vooral bovengronds groeiende - knolgedeelten.

3.4 Relatie rotte knollen in mei en grondsoort

Verrottend pootgoed kwam niet gelijk verdeeld over alle gronden voor. Het verrotten gebeurde vooral bij de gronden B, D, E en G met respectievelijk 30, 10, 25 en 31% verrotte knollen. Op de lichtere gronden A en C verrotten geen poters. Bij grond F verrotte één op de 16 poters (=6%).

3.5 Resultaten 116 planten

In tabel 4 zijn de gemiddelde resultaten van de waarnemingen aan de 7 gronden weergegeven.

Tabel 4: **Resultaten van de 7 objecten**

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		kleur	Kleur	kleur	kleur						
Obj.	slib	23/6	3/7	24/7	3/9	knbo16_9	%kngr	ast	stind	zwsp	zwspdef
A	17	5,8 a	5,5 bc	5,3 b	0,9 a	2,6 a	1,3 a	4,6 a	91 a	2,2 ab	2,2 a
B	25	6,2 a	5,4 ab	4,7 a	1,2 a	3,2 b	4,9 ab	4,6 a	94 a	3,1 ab	3,2 a
C	22	6,0 a	4,9 a	4,6 a	1,5 a	2,1 a	1,0 a	4,2 a	90 a	3,9 abc	4,0 ab
D	31	6,5 a	5,4 ab	4,7 a	0,9 a	3,2 b	2,4 a	4,6 a	90 a	4,1 bcd	4,2 ab
E		6,5 a	6,2 d	5,3 b	1,3 a	3,5 b	9,6 c	4,2 a	84 a	6,0 d	6,6 c
F	28	6,0 a	5,5 bc	5,2 b	1,4 a	3,4 b	3,5 ab	4,3 a	86 a	5,2 cd	5,4 bc
G	25	6,4 a	5,9 cd	5,2 b	1,4 a	3,4 b	7,2 bc	3,5 a	91 a	2,1 a	2,3 a
LSD		0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	4,3	0,9	9	2,0	2,1
Fprob.		ns	zs	zs	ns	zs	zs	ns	ns	zs	zs

In kolom 2 staat het percentage afslibbare delen, in kolom 3 t/m 6 is de loofkleur op een aantal data, kolom 7 is een maat voor bovengrondse knollen, kolom 8 geeft het percentage groen aan de beoordeelde knollen, kolom 9 geeft het aantal beoordeelde stengels per pot op Cc, kolom 10 geeft de stengelaantasting op Cc, kolom 11 geeft de gemiddelde bedekking van de knollen met zwarte spikkel en kolom 12 geeft de gemiddelde bedekking met zwarte spikkel op de niet groene schil.

Opvallend is het verschil tussen D en E. Grond E is 24 uur lang bij 70°C verhit zodat alle bodemorganismen gedood zijn. Dit heeft geleid tot een wat groener gewas bij grond E, meer groen aan de beoordeelde knollen en meer zwarte spikkel op de knollen. Dit is een onverwacht resultaat. Verwacht was dat de knollen vrij van zwarte spikkel zouden zijn. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de knollen toch niet volledig vrij waren van de schimmel en de schimmel in de grond vrij spel had doordat ook de natuurlijke weerbaarheid door het verhitten vernietigd was. Met natuurlijke weerbaarheid wordt dan bedoeld ander bodemleven dat in een levende bodem in competitie met *C. coccodes* leeft. Ook een mogelijkheid is dat de potten zeer snel weer met *C. coccodes* besmet raakten. Door stof binnen of met de wind buiten kan herbesmetting van de grond snel hebben plaatsgevonden.

Voorts is in deze tabel te zien dat de zwaarste gronden meer bovengrondse knolvorming hadden dan de lichtere gronden en gemiddeld meer zwarte spikkel op de knollen.

De stengelaantasting was erg hoog. Bijna alle stengels waren aan de stengelbasis, op de scheiding grond en lucht, zwaar aangetast. Er waren tussen de gronden geen betrouwbare verschillen in stengelaantasting.

3.6 Samenhang tussen de waarnemingen

Voor de variabelen in tabel 1 en de interessantste variabelen in tabel 4 is de correlatiecoëfficiënt berekend. Deze is weergegeven in tabel 5. Bij de correlatiecoëfficiënten horen ook overschrijdingskansen. De correlatie is significant wanneer de overschrijdingskans kleiner is dan 0.05. Het bleek dat geen enkele correlatie een overschrijdingskans had die kleiner was dan 0.05. Er waren dus geen significante correlaties. De genoemde variabelen zijn:

Slib: de zwaarte van de grond; het percentage afslibbare delen.

SAC: De besmetting van de grond met zwarte spikkel; de uitslag van toets door SAC in mei 2007.

Ccokt07: De bedekking van de knollen met zwarte spikkel na de oogst in oktober 2007.

SARDI: De besmetting van de grond met zwarte spikkel; uitslag van toets door SARDI in mei 2008.

k24_7: De loofkleur van de planten in de potten op 24 juli 2008.

Kb16_9: De mate waarin de knollen op 16-09-08 boven de grond groeiden (0= geen; 5 is >80% zichtbaar).

Pgr: Percentage groen van de beoordeelde knollen.

Stind: De mate waarin de stengels door zwarte spikkel waren aangetast.

Zwspdef: De mate van bedekking van de geoogste knollen met zwarte spikkel, gecorrigeerd voor groen, in oktober 2008.

Tabel 5. **Correlatiecoëfficiënten**

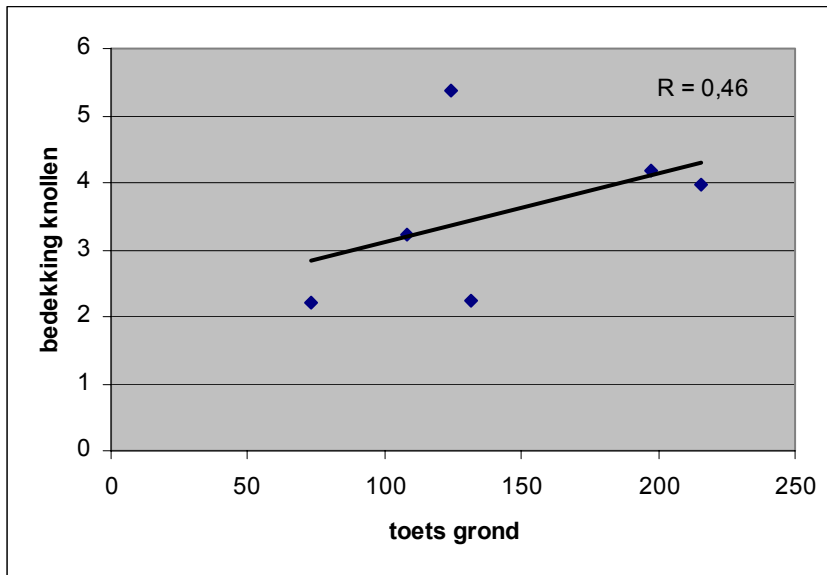
slib	1.00								
SAC	-0.66	1.00							
Ccokt07	-0.09	0.58	1.00						
SARDI	0.46	0.35	0.44	1.00					
k24_7	-0.33	-0.24	-0.27	-0.72	1.00				
kb16_9	0.64	-0.96	-0.40	-0.33	0.34	1.00			
pgr	0.32	-0.59	-0.06	-0.28	0.28	0.76	1.00		
stind	-0.31	0.04	-0.33	-0.20	-0.31	-0.11	0.23	1.00	
zwspdef	0.63	-0.17	0.36	0.46	-0.34	0.13	-0.28	-0.71	1.00
	slib	SACCcokt07	SARDI	k24_7	kb16_9	pgr	stind	zwspdef	

De correlatie tussen de toetsing van de grond op Cc door de laboratoria van SARDI en SAC was bijvoorbeeld 0.35. De relatie was dus wel positief maar gering. De zwakke relatie is verklaarbaar. Als ervan wordt uitgegaan dat de bepaling van de toets op zwarte spikkel goed is uitgevoerd en dat de grond exact van dezelfde plaats van het perceel kwam dan kan het nog gebeurd zijn dat tussen mei 2007 en mei 2008 de vermeerdering / afname per perceel totaal verschillend is geweest. Volgens de literatuur neemt de aantasting met zwarte spikkel op de knollen snel toe tussen loofdoding en oogst en de periode tussen loofdoding en oogst kan op het ene perceel veel langer zijn geweest dan op het andere perceel. Ook kan het gebruikte pootgoed op de verschillende bedrijven sterk verschillend zijn geweest in mate van besmetting met zwarte spikkel.

De correlatie tussen de aantasting van Lady Christl in het veld in 2007 en in de potten in 2008 was 0,35.

Verwacht mag worden dat er een verband is tussen de zwaarte van de grond (slib) en het percentage groen op de knollen (pgr). Dit bleek inderdaad het geval. De correlatie is 0,32. Hoewel ook deze correlatie zwak is en niet betrouwbaar, betekent dit wel dat er op de zwaardere grond meer groen aan de knollen zat en waarschijnlijk meer knollen bovengronds groeiden.

De correlatie tussen de toetsuitslag van SARDI (de bodembesmetting met *C. coccodes*) en de aantasting van de knollen met zwarte spikkel (zwspdef) was 0,46. In figuur 1 is deze relatie weergegeven.



Figuur 1: De relatie tussen de besmetting van de grond (PCR-SARDI) en de aantasting van de knollen (zwspsdef)

4 Discussie

4.1 Toetsgrenzen

Dr. R. Harding (SARDI; pers. mededeling) hanteert de volgende risico-indeling bij de uitslagen van de PCR-toets van de grond voor de kans op zwarte spikkelproblemen op de schil van de geogste aardappelen uitgaande van het door hun gebruikte aardappelras Coliban:

- 0-10 een laag risico
- 11-100 een gemiddeld risico
- >100 pg DNA per gram grond een hoog risico

Dit zou betekenen dat alle gronden, behalve grond A, een hoog risico op zwarte spikkelproblemen gaven. SAC (Schotland) hanteert hogere grenswaarden:

- 0 – 100 laag risico
- 100-1.000 gemiddeld risico
- >1.000 hoog risico

Maar er is geen vergelijkend onderzoek gedaan tussen beide onderzoekinstellingen. Dr. Harding meent dat hun toets gevoeliger is.

SARDI heeft nog geen gestructureerd onderzoek uitgevoerd voor Australische aardappelteelers en geeft ook geen formeel advies voor zwarte spikkelbeheersing.

Zij adviseren in het algemeen tegen zwarte spikkel om Amistar als rijenbehandeling toe te passen. Maar ze vermelden erbij dat het effect nogal variabel is. En dat het effect afhankelijk is van de hoeveelheid zwarte spikkel in de grond, de hoeveelheid op het pootgoed en het tijdstip van toepassing. Ze gaan nog verder na hoeveel middel nodig is bij verschillende inoculumdichtheden in de grond want ze willen komen tot specifieke doseringen op perceelsniveau.

SARDI heeft de stijging van het inoculumniveau in de grond nagegaan tijdens een aardappelteeltseizoen. Zij vonden toenames van 10 tot 20 keer. De zwakke relatie tussen de bepaling bij SAC van de grondbemonstering in mei 2007, voor de aardappelteelt, en de bemonstering door SARDI in mei 2008, na de aardappelteelt kan volgens SARDI verschillende oorzaken hebben. Het meest waarschijnlijk lijkt Dr. Harding het verschil in bepaling van de hoeveelheid inoculum in de grond, ook al gebruiken beiden dezelfde primers.

4.2 Correlatie

In ons onderzoek was de correlatie tussen de grondtoets en de bezetting van de geogste knollen met zwarte spikkel 0.46 en daarmee erg laag. SARDI vond een correlatie in de richting van $r=0.70$. Een correlatie van 0.70 is beter maar zeker niet hoog. Dr. Harding was het volledig eens met onze conclusie dat op basis van onze $r=0,46$ de praktijk niet aangeraden kan worden grondtoetsen te laten uitvoeren. Overigens wordt in de UK de grondtoets ook niet zo stellig gehanteerd. De teler krijgt als uitslag van de grondtoets die in het najaar wordt uitgevoerd, dat zijn grond een hoog, gemiddeld of laag risico heeft voor de ontwikkeling van zwarte spikkel op de schil. Deze risico-adviezen zijn er ook voor de bezetting van het pootgoed, voor bepaalde rassen, voor de snelheid van afrijping, voor de hoeveelheid neerslag of beregening laat in het seizoen, voor het tijdstip van oogsten en voor de snelheid van terugkoelen tijdens de bewaring.

De kans op zwarte spikkel is groter naarmate

- 1 vaker aardappelen worden geteeld en meer aardappelopslag voorkomt
- 2 bij bepaalde rassen zoals Estima, King Edward en Maris Piper
- 3 de besmetting van de grond hoger is (door SAC-toets bepaald)
- 4 zwarte spikkel gemakkelijker op het pootgoed te vinden is

- 5 laat neerslag valt en of nog laat wordt beregend
- 6 de periode langer is tussen loofafrijping of loofdoding en rooien
- 7 tijdens de bewaring langzamer wordt teruggekoeld.

4.3 Gepasteuriseerde grond gaf meer zwarte spikkel

Waarom de gepasteuriseerde grond een hogere besmetting gaf dan dezelfde grond die niet 24 uur bij 70°C was bewaard maar bij zo natuurlijk mogelijk temperaturen, is niet duidelijk. Ervaringen in Australië sluiten aan bij onze ervaringen, namelijk dat het erg moeilijk is om goede potproeven te doen met grond die uit het veld afkomstig is. Natuurlijk had ook Dr. Harding een lagere besmetting verwacht met de gepasteuriseerde grond.

4.4 Onderscheid zwarte spikkel en zilverschurft

Bij het Nederlandse bedrijfsleven wordt nauwelijks onderscheid gemaakt tussen zwarte spikkel en zilverschurft omdat een goede schatting van het deel van het oppervlak van de schil dat met zwarte spikkel is bezet en niet met zilverschurft, zonder binoculair moeilijk is vast te stellen. Voorts zijn maatregelen die gunstig zijn om de ene ziekte te voorkomen vaak ook gunstig om de andere te voorkomen en is dit onderscheid daarom voor de kwaliteit van tafelaardappelen van minder groot belang.

Deze maatregelen zijn:

- schoon pootgoed; vrij van zilverschurft en zwarte spikkel
- ruime vruchtwisseling en aardappelopslag voorkomen (voor zilverschurft van minder groot belang)
- de aardappelen na loofdoding niet onnodig lang in de grond laten zitten
- snel drogen en terugkoelen.

5 Conclusies

1. Aardappelen telen in potten, in goed gemengde kleigrond is niet goed mogelijk. Er is dan onvoldoende structuur in de grond waardoor de grond verdicht zodra water wordt gegeven. De knollen kunnen zich vervolgens onvoldoende in de grond ontwikkelen en gaan (deels) boven de grond groeien.
2. Het bijmengen van 20 volumeprocenten Perliet (inert, licht materiaal) is bij grond met 25-30% afslibbare delen onvoldoende om dit structuurprobleem afdoende te ondervangen.
3. Er was een positief verband tussen de grondbesmetting met *Colletotrichum coccodes* (Cc) bij het begin van de proef en zwarte spikkel op de knollen na afloop, maar de samenhang was zwak en niet significant ($r=0.46$). Het is met deze 6 gronden, die een jaar eerder aanzienlijk in besmetting met Cc verschilden, niet gelukt een betrouwbare relatie aan te tonen tussen de besmetting van de grond en de besmetting van de in die grond gegroeide knollen met zwarte spikkel.
4. De stengels raakten bij alle gronden flink aangetast door *Colletotrichum coccodes*; er ontstonden geen betrouwbare verschillen tussen de zeven objecten.
5. Op basis van dit onderzoek in 2008 en dat van 2007 kan derhalve niet worden geconcludeerd dat toetsing van de grond, zoals aanbevolen door de British Potato Council in Groot Brittannië, voor de (tafel)aardappelteelt in Nederland een zinvolle methode is om de grondbesmetting met Cc vast te stellen en daarmee het probleem zwarte spikkel te kunnen beperken en de schilkwaliteit van aardappelen te kunnen verbeteren.

Bijlage 1: Schema

Schema van de potopstelling buiten; AGV655 project 32501011

BH20K1 20	CH20K2 40	GH20K3 60	FH20K4 80	EH20K5 100	DH20K6 120	AH20K7 140	
DH19K1 19	EH19K2 39	BH19K3 59	AH19K4 79	GH19K5 99	FH19K6 119	CH19K7 139	
AH18K1 18	BH18K2 38	FH18K3 58	EH18K4 78	DH18K5 98	CH18K6 118	GH18K7 138	
GH17K1 17	AH17K2 37	EH17K3 57	DH17K4 77	CH17K5 97	BH17K6 117	FH17K7 137	
FH16K1 16	GH16K2 36	DH16K3 56	CH16K4 76	BH16K5 96	AH16K6 116	EH16K7 136	
CH15K1 15	DH15K2 35	AH15K3 55	GH15K4 75	FH15K5 95	EH15K6 115	BH15K7 135	
FH14K1 14	EH14K2 34	AH14K3 54	BH14K4 74	GH14K5 94	DH14K6 114	CH14K7 134	
GH13K1 13	FH13K2 33	BH13K3 53	CH13K4 73	AH13K5 93	EH13K6 113	DH13K7 133	
DH12K1 12	CH12K2 32	FH12K3 52	GH12K4 72	EH12K5 92	BH12K6 112	AH12K7 132	
BH11K1 11	AH11K2 31	DH11K3 51	EH11K4 71	CH11K5 91	GH11K6 111	FH11K7 131	
CH10K1 10	BH10K2 30	EH10K3 50	FH10K4 70	DH10K5 90	AH10K6 110	GH10K7 130	
EH9K1 9	DH9K2 29	GH9K3 49	AH9K4 69	FH9K5 89	CH9K6 109	BH9K7 129	
AH8K1 8	GH8K2 28	CH8K3 48	DH8K4 68	BH8K5 88	FH8K6 108	EH8K7 128	
DH7K1 7	BH7K2 27	AH7K3 47	FH7K4 67	CH7K5 87	EH7K6 107	GH7K7 127	
CH6K1 6	AH6K2 26	GH6K3 46	EH6K4 66	BH6K5 86	DH6K6 106	FH6K7 126	
FH5K1 5	DH5K2 25	CH5K3 45	AH5K4 65	EH5K5 85	GH5K6 105	BH5K7 125	
EH4K1 4	CH4K2 24	BH4K3 44	GH4K4 64	DH4K5 84	FH4K6 104	AH4K7 124	
BH3K1 3	GH3K2 23	FH3K3 43	DH3K4 63	AH3K5 83	CH3K6 103	EH3K7 123	
GH2K1 2	EH2K2 22	DH2K3 42	BH2K4 62	FH2K5 82	AH2K6 102	CH2K7 122	
AH1K1 1	FH1K2 21	EH1K3 41	CH1K4 61	GH1K5 81	BH1K6 101	DH1K7 121	

20 rijen vormen de 20 herhalingen

Per rij zijn de 7 (ABCDEFGF) gronden geloot

Op de kopse kanten (noord- en zuidzijde) staan 2 randplanten

De grijze velden zijn op 20 mei opnieuw gepoot

Bijlage 2: Weersgegevens

datum	T-gem (°C)	T-max (°C)	T-min (°C)	neerslag, mm	RV-min %
14-05-08	18	25	11	0	36
15-05-08	16	23	11	0	47
16-05-08	13	15	11	5,4	76
17-05-08	11	13	10	4,6	81
18-05-08	11	15	7	0	51
19-05-08	11	15	5	0	48
20-05-08	11	16	4	0	38
21-05-08	13	19	6	0	35
22-05-08	15	22	7	0	31
23-05-08	16	22	8	0	29
24-05-08	18	22	11	0	31
25-05-08	14	17	13	0,2	42
26-05-08	14	15	12	0,4	73
27-05-08	15	20	11	0	68
28-05-08	19	25	15	0,2	49
29-05-08	17	21	12	2,4	67
30-05-08	17	21	13	0	72
31-05-08	14	16	13	0	79
01-06-08	17	22	13	4,4	70
02-06-08	21	29	14	0	45
03-06-08	19	23	16	1,4	66
04-06-08	17	21	13	0	68
05-06-08	16	19	15	0	80
06-06-08	20	25	14	0	34
07-06-08	19	25	14	0	57
08-06-08	20	27	14	0	44
09-06-08	20	26	14	0	39
10-06-08	18	24	12	0	55
11-06-08	16	19	11	0	50
12-06-08	14	16	12	3,8	57
13-06-08	12	15	11	2,8	64
14-06-08	14	17	9	0	46
15-06-08	13	18	10	8,4	51
16-06-08	13	18	10	0	52
17-06-08	14	20	4	0	36
18-06-08	15	21	9	0	49
19-06-08	16	20	13	0,4	54
20-06-08	16	20	11	0	48
21-06-08	17	22	11	0	51
22-06-08	20	26	16	0	32
23-06-08	15	16	11	0	60
24-06-08	14	20	7	0	39
25-06-08	17	22	11	0	49

Weersgegevens vervolg 2

datum	T-gem (°C)	T-max (°C)	T-min (°C)	neerslag, mm	RV-min %
26-06-08	17	20	13	0	44
27-06-08	16	18	12	3	51
28-06-08	17	20	15	3,4	62
29-06-08	17	19	13	0	55
30-06-08	17	20	11	0	40
01-07-08	19	26	11	0	39
02-07-08	21	30	15	1,8	36
03-07-08	18	21	16	2,4	80
04-07-08	17	20	14	0,6	50
05-07-08	16	22	9	0,4	44
06-07-08	17	20	14	0	44
07-07-08	15	17	13	8,2	57
08-07-08	14	16	13	18,4	64
09-07-08	14	18	11	2,8	62
10-07-08	16	18	14	9,2	80
11-07-08	16	19	13	0,2	62
12-07-08	14	17	13	8,8	56
13-07-08	14	17	11	0	56
14-07-08	16	21	9	0	51
15-07-08	17	19	16	0	70
16-07-08	17	18	15	0,4	55
17-07-08	15	17	13	2,6	68
18-07-08	15	18	13	1,4	67
19-07-08	16	18	14	18,2	70
20-07-08	14	16	12	4	58
21-07-08	14	16	12	3,6	63
22-07-08	15	18	13	1	67
23-07-08	18	22	15	0	58
24-07-08	19	25	13	0	43
25-07-08	21	27	15	0	47
26-07-08	21	26	18	8	63
27-07-08	21	25	17	1	62
28-07-08	23	28	20	0	52
29-07-08	21	23	17	0,2	62
30-07-08	20	26	15	0	44
31-07-08	23	29	16	0	43
01-08-08	20	22	17	13,4	53
02-08-08	18	22	14	0	56
03-08-08	18	20	17	5,2	73
04-08-08	17	19	16	23,2	62
05-08-08	18	21	14	0,6	60
06-08-08	20	24	17	0	65

Weersgegevens vervolg 2

datum	T-gem (°C)	T-max (°C)	T-min (°C)	neerslag, mm	RV-min %
07-08-08	18	20	16	4,6	83
08-08-08	17	18	15	4,2	71
09-08-08	16	20	14	0,6	53
10-08-08	17	21	15	3	50
11-08-08	16	18	14	0,2	69
12-08-08	16	21	11	1,2	50
13-08-08	16	19	13	2,4	59
14-08-08	15	19	12	4	54
15-08-08	14	20	9	0	55
16-08-08	15	21	9	0	44
17-08-08	16	21	11	10,2	53
18-08-08	15	18	13	6,4	83
19-08-08	17	20	15	0,8	66
20-08-08	16	18	14	6	78
21-08-08	16	19	14	1,8	67
22-08-08	15	18	13	0,6	75
23-08-08	14	18	10	0	66
24-08-08	14	18	9	0,2	64
25-08-08	17	20	14	0,2	60
26-08-08	17	18	16	0	80
27-08-08	16	17	15	0	81
28-08-08	17	19	16	0	70
29-08-08	18	20	15	0	75
30-08-08	17	23	12	0	57
31-08-08	19	27	13	0	50
01-09-08	18	20	14	0	54
02-09-08	14	17	12	6	76
03-09-08	13	16	11	0	67
04-09-08	14	17	12	0	54
05-09-08	15	19	12	5,2	67
06-09-08	17	19	13	0	58
07-09-08	14	16	13	6,2	76
08-09-08	15	18	13	3,6	71
09-09-08	16	22	11	0	53
10-09-08	17	21	14	0,8	64
11-09-08	19	25	14	0	59
12-09-08	17	19	15	17	75
13-09-08	13	16	9	1,6	47
14-09-08	11	16	7	0	51
15-09-08	12	16	8	0	51
16-09-08	12	16	8	0	58
17-09-08	12	15	8	0	60

Bijlage 3: Afbeeldingen gewasgroei en oogst



Afbeelding 7: 30 mei



Afbeelding 8: 12 juni



Afbeelding 9: 11 juli



Afbeelding 10: 7 augustus; ook bovengrondse knolgroei



Afbeelding 11: 2 september



Afbeelding 12: 6 oktober; oogsten; omgekeerde inhoud van een pot



Afbeelding 13: 6 oktober; oogst van een pot; loof en knollen



Afbeelding 14: 6 oktober; oogst van een pot bij het spoelen