

Onderzoek naar maatregelen die leiden tot een vermindering van de besmetting met *Synchytrium endobioticum* van grond en de aantasting van aardappelen

Auteurs: J. Wander, R. Bosch, W. van Geel, P. van de Griend, J. Lamers,
J. Spruijt-Verkerke, R. Velema

© 2004 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.

Dit onderzoek is financieel mogelijk gemaakt door:



HOOFDPRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Hoofdproductieschap akkerbouw
Postbus 29739
2502 LS Den Haag

Projectnummer: 5234352

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

HLB BV

Kampsweg 27
9418 PD Wijster
0593-582828
0593-582829
info@hlbbv.nl
www.hlbbv.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 EFFECT TOEPASSING VAN BEHANDELINGEN BIJ HET POTEN VAN AARDAPPELRASSEN MET VERSCHILLENDE RESISTENTIE-NIVEAUS OP WRATZIEKTEAANTASTING	9
2.1 Uitgevoerd onderzoek	9
2.2 Resultaten	11
2.2.1 Rassenproef 1999 (LAB411)	11
2.2.2 Rassenproef 2000 (LAB627)	12
2.2.3 Fytotoxiciteit ureum en kopersulfaat (LAB518).....	13
2.2.4 Infectie aardappelrassen met wratziekte in kas (LAB524).....	14
2.2.5 Versnelde uitzieking wratziekte bij 3 rassen fysio 1 (VP965R).....	15
2.2.6 Versnelde uitzieking wratziekte bij 3 rassen fysio 2/6 (HLB2189).....	17
2.2.7 Voorkomen wratziekte bij 5 rassen, veldproeven 2002	17
2.2.8 Bespreking resultaten diverse proeven	22
3 EFFECT TOEPASSING VAN BEHANDELINGEN OP BODEMBESMETTING MET WRATZIEKTE	27
3.1 Uitgevoerd onderzoek	27
3.1.1 Eerste pottenproef uitzieking (LAB474).....	27
3.1.2 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 1 (LAB440).....	28
3.1.3 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 2/6 (HLB2015)	29
3.1.4 Oriëntatie afdekken (VP965A)	29
3.1.5 Versnelde uitzieking in aardappelruggen (VP965U)	29
3.1.6 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 1 (LAB632).....	30
3.1.7 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 2/6 (LAB633)	31
3.1.8 Effect BGO en mest (LAB634).....	31
3.1.9 Langjarig effect versnelde uitzieking (LAB631)	32
3.1.10 Pantys bij rassenproeven	32
3.1.11 Vluchtige vetzuren in varkensdrijfmest.....	32
3.2 Resultaten	33
3.2.1 Eerste pottenproef uitzieking (LAB474).....	33
3.2.2 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 1 (LAB440).....	34
3.2.3 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 2/6 (HLB2105)	35
3.2.4 Oriëntatie afdekken (VP965A)	36
3.2.5 Versnelde uitzieking in aardappelruggen (VP965U)	36
3.2.6 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 1 (LAB632).....	38
3.2.7 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 2/6 (LAB633)	39
3.2.8 Effect BGO en mest (LAB634).....	39
3.2.9 Langjarig effect versnelde uitzieking (LAB631)	42
3.2.10 Pantys bij rassenproeven	43
3.2.11 Vluchtige vetzuren in varkensdrijfmest.....	44
4 ECONOMISCH EFFECT VAN MAATREGELEN TER VERLAGING VAN DE WRATZIEKTE BESMETTING	45
4.1 Inleiding.....	45
4.2 Resultaten	45
4.2.1 Beëindiging aardappelteelt (situatie 1):	45
4.2.2 Versneld uitzieken (situatie 2).....	46
4.2.3 Besmetverklaring voorkomen (situatie 3)	47

5	KORTE MILIEUTECHNISCHE STUDIE VAN MAATREGELEN TEGEN WRATZIEKTE.....	49
5.1	Inleiding.....	49
5.2	Resultaten	49
5.2.1	Stikstof	49
5.2.2	Koper	50
6	UITZIEKING BIJ DE TEELT VAN RESISTENTE RASSEN EN NIET-WAARDGEWASSEN.....	51
6.1	Uitgevoerd onderzoek	51
6.2	Resultaten	51
6.2.1	Potproef.....	51
6.2.2	Veldproef	55
7	ALGEMENE DISCUSSIE	57
8	CONCLUSIES	63
9	AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	65
	LITERATUUR.....	67
	BIJLAGE 1. KENNISOVERDRACHT	69

Samenvatting

Auteur: Johan Wander (PPO)

Sinds de jaren '90 is wratziekte in aardappelen in Nederland weer een groot probleem. Door de wetgeving en verordening, die opgelegd zijn door de Plantenziektenkundige Dienst respectievelijk het Hoofdproductschap Akkerbouw, lijkt de situatie op dit moment redelijk onder controle, maar er komen nog steeds nieuwe besmettingen bij en er heeft een toename plaatsgevonden van de in Nederland voorkomende fysio's. Gericht op het vinden van maatregelen die een aantasting kunnen voorkomen of een besmetting kunnen verminderen, is in 1999 een door het Hoofdproductschap Akkerbouw gefinancierd onderzoeksproject gestart.

Synchytrium endobioticum vermeedert snel en veroorzaakt veel schade. Omdat *Synchytrium endobioticum* een bodemgebonden schimmel is, is het moeilijk om de schimmel te bestrijden en is het moeilijk om het effect van maatregelen te begrijpen en te toetsen. In deze rapportage worden de tot nu toe behaalde resultaten behandeld.

In veldproeven werd bij het poten middel C in een mengsel met grond en wratziekte-inoculum op de pootaardappel gelegd. In de proeven werd het effect vergeleken bij verschillende rassen. De aantasting met wratziekte van een vatbaar of partieel resistent ras gaf in een onbehandelde situatie een besmetting van de bodem van enkele tot meer dan 10 sporangiën per gram grond. De toepassing van middel C gaf gemiddeld over vatbare en partieel resistente rassen een vermindering van het aantal aangetaste planten van ongeveer 60%. De hoeveelheid geproduceerd wratweefsel nam af met bijna 90%. Doding van zoösporen en/of geïnduceerde resistentie spelen een belangrijke rol, aangezien het effect van de directe doding van sporangiën geringer is. De toepassing van ureum + kopersulfaat had een iets minder sterk effect op de mate van aantasting dan middel C. De toepassing van middel C of ureum + kopersulfaat kan het optreden van een besmetting dus sterk verminderen. Daarmee wordt ook de kans op verspreiding verminderd. Bepaling van incidentie en hoeveelheid wratweefsel en/of hoeveelheid sporangiën was afdoende om het effect van behandelingen op de aantasting door wratziekte van aardappelen te bepalen. Arbeidsintensieve bepaling van de wratziekte-index was overbodig.

Uit screening van diverse producten in pot- en veldproeven is gebleken dat middel C het sterkste effect had om de besmetting in grond te verlagen. In de eerste veldproeven met een volveldstoepassing van 20.000 kg/ha middel C werd ten opzichte van de controle een duidelijke maar wisselende vermindering van het aantal sporangiën verkregen. Een gift van 750 kg/ha ureum + 250 kg/ha kopersulfaat gaf geen verlaging van de besmetting. Het is nog niet bekend of met een zeer hoge dosering ureum (+ kopersulfaat), waarbij een stikstofhoeveelheid wordt toegediend vergelijkbaar met de hoeveelheid in middel C, wel tot een verlaging van de besmetting komt. Economisch gezien is deze toepassing even interessant als de toepassing van middel C, mits de kostprijs van middel C op een laag niveau komt. Het voordeel van ureum is dat de maatregel nu uitgevoerd kan worden, terwijl middel C nog geen toelating als bestrijdingsmiddel heeft. De toepassing van middel C kan dus de grondbesmetting verlagen en daarmee een vrijverklaring bespoedigen.

In onderzoek met continueelt van verschillende aardappelrassen werd bij resistentiecijfers hoger dan 5 eenzelfde daling van de besmetting gevonden als bij de teelt van andere gewassen of braak. Bij vatbare rassen kon een zeer laag besmettingsniveau (berekend op 0,07 sporangiën per g grond) een zware aantasting geven.

1 Inleiding

Auters: Johan Wander (PPO) en Jan Lamers (PPO)

Wratziekte (*Synchytrium endobioticum*) is een bodemgebonden ziekte die zeer langdurig in de bodem kan overleven in de vorm van zogenaamde sporangiën. Bij kieming van een sporangium komen er zoösporen vrij die een aardappelplant kunnen infecteren. Door kieming en wellicht door andere oorzaken daalt de besmetting van een perceel, ongeacht maatregelen of de teelt van resistente aardappelen. Sporangia kunnen echter tot 40 jaar of langer in de bodem overleven (Rintelen et al., 1983; Laidlaw, 1985; Hampson, 1993; Baayen et al., 2004).

In Nederland zijn thans 65 percelen door de Plantenziektkundige Dienst besmet verklaard met de quarantaineziekte wratziekte. Deze percelen liggen in de Veenkoloniën en het Zuidoostelijk zandgebied. In het Zuidoostelijk zandgebied is tot nu toe alleen wratziekte fysio 1 vastgesteld. De huidige zetmeelaardappelrassen zijn zonder uitzondering resistent tegen dit fysio. In de Veenkoloniën betreffen de besmetverklaringen echter fysio 2, 6 en 18. Het aantal besmetverklarde percelen en het aantal fysio's breidt langzaam uit. Gezien de ernstige consequenties van een wratziektebesmetting, voor zowel de teler als voor het gebied, is het van het grootste belang verdere verbreiding van wratziekte een halt toe te roepen. Hiertoe dienen de besmettingshaarden te worden gelokaliseerd en zo snel mogelijk te worden geëlimineerd. Snelheid is belangrijk, omdat het organisme zich ook door stuiven en met aanhangende grond kan verspreiden.

Voor het betreffende perceel(sdeel) heeft een besmetverklaring tot gevolg dat er minimaal 20 jaar lang geen vatbare aardappelrassen of voortkweekingsmateriaal geteeld mogen worden. Teelt van resistente consumptie- en zetmeelaardappelrassen (excl. TBM-pootgoed) is eventueel eerder mogelijk als onderzoek heeft aangetoond dat het besmettingsniveau van het perceel onder een bepaalde drempel is gezakt. Ook aan de omringende bufferpercelen worden beperkingen opgelegd. Daarnaast is er een HPA-verordening die beperkingen oplegt aan de rassenkeuze in zogenaamde preventiegebieden.

Een beperkt aantal besmet verklaarde percelen heeft zodoende gevolgen voor alle aardappeltelers in de preventiegebieden. Thans beslaan de preventiegebieden geheel Oostelijk Nederland van de Veenkoloniën tot en met het Zuidoostelijk zandgebied.

Het in dit verslag beschreven onderzoek is door het PPO te Lelystad en Vredepeel uitgevoerd in samenwerking met het HLB te Wijster. De eerste proeven werden aangelegd in 1999. In dit verslag worden de resultaten behandeld van proeven aangelegd tot in 2002. In bijlage 1 staat een overzicht met uitgevoerde kennisoverdracht.

Pottenproeven werden uitgevoerd te Lelystad en te Wijster, veldproeven op besmette percelen te Ysselsteyn, Smilde en Nieuw-Weerdinge. Het onderzoek heeft zich op twee sporen gericht:

- a. onderzoek uitgevoerd naar het effect van maatregelen die een besmetting door wratziekte kunnen voorkomen of beperken bij vatbare en bij partieel resistente aardappelrassen;
- b. onderzoek naar het effect van maatregelen die de bodembesmetting versneld kunnen verlagen.

De wand van een wratziektesporangium is uit chitine opgebouwd. Deze moeilijk afbreekbare stof maakt de sporangiën persistent tegen afbraak. Uit literatuuronderzoek is gebleken dat enkele stoffen toch de aantasting van aardappelen kunnen verminderen. Het gaat om middel C en ureum met koper. Bij middel C kunnen 3 verklarende hypothesen over het werkingsmechanisme gegeven worden:

1. Chitinase-effect: de toepassing van een grote hoeveelheid middel C stimuleert het deel van het bodemleven dat chitine afbreekt met behulp van chitinase. Door stimulatie van dit bodemleven worden ook de wratziektesporangiën vaker aangevallen wat de afbraak versnelt.
2. Ammoniak-effect: Bij de vertering van de middel C komt veel ammoniak vrij. Ammoniak of een daaraan gelieerde stof geeft in hoge concentraties een doding van de zoösporen. Aardappelplanten kunnen zodoende niet meer aangetast worden. Mogelijk geeft een hoge concentratie ammoniak ook een directe doding van sporangiën.
3. Plantversterkend effect: Stoffen uit middel C stimuleren het resistentiemechanisme van aardappelen tegen infectie door zoösporen, zodat geïnduceerde resistentie ontstaat.

De werking van koper kan berusten op doding van zoösporen en op doding van sporangiën.

In het onderzoek is voorts gewerkt met de volgende middelen met hypothetisch werkingsmechanisme:

- a) zuiver middel C: chitinase-effect;
- b) ureum: ammoniakeffect;
- c) stalmestpoeder en varkensdrijfmest: ammoniakeffect, stimulering bodemleven en doding door in drijfmest eventueel aanwezige vluchtige vetzuren;
- d) biologische grondontsmetting: doding sporangiën.

2 Effect toepassing van behandelingen bij het poten van aardappelrassen met verschillende resistentieniveaus op wratziekteaantasting

Auteurs: Johan Wander (PPO), Jan Lamers (PPO) en Pim van de Griend (HLB)

2.1 Uitgevoerd onderzoek

In totaal werden 10 proeven uitgevoerd. Om ervaring op te doen met het ziek krijgen van aardappelen werd in 1999 een rassenproef te Ysselsteyn en in de kas te Lelystad uitgevoerd. In 2000 werd in de kas te Lelystad en in een veldproef te Ysselsteyn het effect van middel C bij enkele rassen uitgetest. In 2001 werd in de kas te Lelystad het fytoxische effect van diverse doseringen ureum + kopersulfaat getest. In 2001 werd in de kas te Lelystad, in een veldproef te Nieuw-Weerdinge en in een veldproef te Ysselsteyn het effect van middel C en de combinatie van ureum en kopersulfaat bij enkele rassen onderzocht. In 2002 werd in een veldproef te Ysselsteyn en te Smilde het effect van middel C, de combinatie van ureum en kopersulfaat en van varkensdrijfmest bij enkele rassen onderzocht. Alle behandelingen werden in een mix van het product met grond en wratziekte-inoculum op de poter aangebracht.

De rassen werden getest onder vrij extreme omstandigheden: bij het poten werd op elke poter een hoge ziektedruk aangebracht met behulp van wratziektecompost-inoculum. Een hoge infectiedruk werd aangehouden om in het onderzoek duidelijke effecten te kunnen meten.

Overzicht uitgevoerde proeven

In onderstaand overzicht is weergegeven welke proeven met aardappelrassen of met aardappelrassen in combinatie met een behandeling tegen wratziekte aangelegd zijn in de jaren 1999 t/m 2002. Per proef is aangegeven met welk fysio werd gewerkt, waar de proef werd uitgevoerd en in welke jaren de proef liep.

Nummer	Proef	fysio	locatie	Jaar
LAB411	Rassenproef	1	Ysselsteyn	1999
LAB418	Rassenproef kas	1	Kas Lelystad	1999 / 2000
LAB473	Pottenproef invloed middel C op vermeerdering bij 5 rassen	1	Kas Lelystad	2000
LAB627	Rassenproef 2000	1	Ysselsteyn	2000
LAB518	Fytotoxiciteit ureum en kopersulfaat	-	Kas Lelystad	2001
LAB524	Infectie aardappelrassen met wratziekte in kas	1	Kas Lelystad	2001
VP965R	Versnelde uitzieking wratziekte bij 3 rassen	1	Ysselsteyn	2001
HLB2189	Versnelde uitzieking wratziekte bij 3 rassen	2/6	Nieuw-Weerdinge	2001
LAB629	Voorkomen wratziekte bij 5 rassen	1	Ysselsteyn	2002
LAB630	Voorkomen wratziekte bij 5 rassen	6	Smilde	2002

In onderstaand overzicht zijn het aantal herhalingen per proef weergegeven.

LAB411 LAB627	LAB418	LAB473 LAB518 LAB524	VP965R* HLB2189 LAB629 LAB630
4	10	6	3

*Door een fout bij het aanaarden konden de resultaten van één van de herhalingen niet gebruikt worden.

In onderstaand overzicht zijn de gebruikte rassen per proef van bovenstaand overzicht weergegeven.

Ras	Resistentiecijfer ¹		LAB411	LAB473	LAB518	LAB524	HLB2189	LAB630
	Fysio 1	Fysio 2	LAB418	LAB627 LAB629		VP965R		
Maritiema	(V) ³		X	X	X	X		
Bintje	V		X	X				
Felsina	O ⁴		X	X		X		
Hansa	V ⁴			X		X		
Donald	O ⁴		X	X				
Saturna	O		X					
Producent	O ²	2 ³					X	X
Elles	O	5						X
Kartel	O	5					X	X
Starga	? / (O) ³	9						X
Seresta	O	9	X				X	X

¹ Rassenlijst 2003 (V = vatbaar; O = onvatbaar; hoog cijfer = weinig vatbaar);

² Rassenlijst 2002

³ Geen resistentiecijfer gepubliceerd

⁴ Nederlandse catalogus van aardappelrassen (Hansa heeft veldresistentie)

Bij het poten van de aardappelen werd op de poter een mengsel aangebracht van grond, wratziekte-inoculum en een product met een mogelijke werking tegen wratziekte. De gebruikte producten zijn in onderstaand overzicht weergegeven. De samenstelling van de varkensdrijfmest en de hoeveelheid toegepast wratziekte-inoculum zijn in de volgende overzichten weergegeven.

Product	LAB473	LAB627	LAB518	LAB524 VP965R HLB2189	LAB629 LAB630
Middel C (8%)	X	X		X	X
Ureum (0,8%) + kopersulfaat (0,3%)			X ²	X	X
Varkensdrijfmest ³					X
Fungicide	X ¹			X	

¹ alleen bij Maritiema bij 5 g inoculum per poter

² verschillende doseringen

³ Het gehalte aan vluchtige vetzuren van de gebruikte mest is weergegeven in §3.1.11

Samenstelling in g/kg van de varkensdrijfmest gebruikt voor LAB629 en LAB630.

	LAB629	LAB630
pH-H ₂ O	8,3	7,9
Organische stof	31	27
N-NH ₃	4,3	3,3
N-organisch	2,0	1,8
C/N-quotiënt	2	2
Cu	0,0273	0,0184

Overzicht besmettingen met inoculum per proef.

Compostinoculum per poter	LAB418 LAB473	LAB524	LAB411	LAB627 HLB2189	VP965R LAB629 LAB630
Controle	X				
1 g ongezeefd	X				
5 g ongezeefd	X			X	
4 g ongezeefd		X			
3,1 g ongezeefd			X		
24.000 sporangïen/poter					X

In LAB418 werd geen aantasting door wratziekte verkregen. De proef wordt verder in dit verslag niet besproken. In LAB473 werd alleen bij Maritiema besmet met de hoge hoeveelheid inoculum zonder toepassing van een behandeling een incidentie van 50% verkregen. Bij de overige objecten (inclusief Maritiema - 5 g inoculum - fungicide) werd geen aantasting verkregen. De proef wordt verder in dit verslag niet besproken.

LAB518 Fytotoxiciteit ureum en kopersulfaat

Ter voorbereiding op veldproeven met toepassing van onder andere ureum + kopersulfaat bij het poten werd een pottenproef uitgevoerd om informatie te krijgen over de maximaal mogelijke dosering. In onderstaand overzicht zijn de toegepaste doseringen weergegeven.

ureum	+	kopersulfaatpentahydraat
0	+	0
4%	+	1,5%
0,8%	+	0,3%
0,16%	+	0,06%

2.2 Resultaten

2.2.1 Rassenproef 1999 (LAB411)

Uit de resultaten in tabel 2.1 blijkt dat de incidentie, mate van aantasting en severity bij Maritiema en Bintje significant hoger waren dan bij de overige rassen. De severity was bij Maritiema significant hoger dan bij Bintje. Bij Saturna waren de mate van aantasting en de severity significant hoger dan bij Felsina, Donald en Seresta. Bij Felsina, Saturna en Seresta is de aantasting mogelijk niet door wratziekte, maar door poederschurft ontstaan. De rassen Saturna en Donald hadden een lagere opbrengst dan de overige rassen.

Tabel 2.1. **Bruto opbrengst, incidentie (percentage aangetaste planten), mate van aantasting over alle planten en severity (mate van aantasting bij aangetaste planten).**

Ras	Incidentie (%)	Mate van aantasting	Severity	Opbrengst (ton/ha)
Maritiema	40	1.22	2.9	55.9
Bintje	45	0.88	1.9	53.5
Felsina	1*	0.01*	0.3*	52.2
Saturna	7*	0.07*	1.0*	45.5
Donald	0	0.00	0.0	47.6
Seresta	1*	0.01*	0.3*	56.0
F-prob.	<0.001	<0.001	<0.001	0.007
LSD	13	0.49	0.6	5.9

*poederschurft i.p.v. wratziekte?

Tabel 2.2. **Aantal sporangiën per gram grond.**

Ras	Voorjaar '00	Voorjaar '01
Maritiema	1.24	0.74
Bintje	8.53	0.28
Felsina	4.32	0.08
Saturna	7.55	0.12
Donald	4.91	0.10
Seresta	7.17	0.09
gemiddeld	5.62	0.23
F-prob.	0.042	0.074
LSD	4.61	0.49

Bij de oogst van de aardappelen bleef het gevormde wratweefsel achter op de veldjes. In 2000 en 2001 werd met grondmonsters bekeken hoe hoog de besmetting van de grond was (tabel 2.2). Deze besmetting

bestaat uit de reeds aanwezige natuurlijke besmetting, de bij het poten aangebrachte besmetting en het gevormde wratweefsel. In het voorjaar van 2000 werden opmerkelijke aantallen gevonden. Bij het zwaarst aangetaste ras Maritiema werden de laagste aantallen gevonden. Ook bij Saturna en Seresta met een lage aantasting van de planten werden hoge aantallen gevonden. Er was wel sprake van een significante correlatie tussen de mate van aantasting per veldje en het aantal sporangiën.

In het voorjaar van 2001 werden aanmerkelijk minder sporangiën gevonden. Bij de licht aangetaste rassen werden duidelijk minder sporangiën gevonden dan bij de zwaarder aangetaste rassen Maritiema en Bintje.

2.2.2 Rassenproef 2000 (LAB627)

Op 6 juni (4 weken) na het planten werd geconstateerd dat de toepassing van middel C een negatieve invloed had op de snelheid van opkomst en de regelmaat van het gewas. Op 4 juli was dit effect niet meer te zien. De opbrengst werd door de toepassing van middel C niet beïnvloed (tabel 2.3).

Dankzij de toepassing van middel C nam de incidentie sterk af. De mate van aantasting van de aangetaste planten (severity) en de ziekte-index werden door de toepassing van middel C positief beïnvloed.

Tabel 2.3. **Bruto knolopbrengst (kg/ha), % planten met wratziekte aantasting (incidentie), PD ziekte-index (9 = geen aantasting, 1 = zeer zware aantasting) van de aangetaste planten (severity) en PD ziekte-index over alle planten (index) (df 27).**

	opbrengst	incidentie			Severity			index		
	gem.	onb.	middel C	gem.	onb.	middel C	gem.	onb.	middel C	gem.
Maritiema	52500	77	37	57	2,9	4,1	3,5	4,2	7,1	5,7
Bintje	49200	60	6	33	4,1	6,9	5,5	6,0	8,8	7,4
Felsina	59900	2	0	1	7,1	9,0	8,1	8,9	9,0	9,0
Hansa	60700	15	3	9	6,4	6,8	6,6	8,6	8,9	8,7
Donald	51500	0	0	0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Gem.		31	9		5,9	7,2		7,3	8,6	
Middel C										
v.r.	0		71			10			43	
F-prob	0,6		<0,001			0,004			<0,001	
LSD			5			0,8			0,4	
Ras										
v.r.	8		73			22			48	
F-prob	<0,001		<0,001			<0,001			<0,001	
LSD	5500		8			1,3			0,6	
Interactie										
v.r.	0		18			2			13	
F-prob	0,8		<0,001			0,2			<0,001	
LSD			12						0,8	

Tabel 2.4. **Veldproef Ysselsteyn fysio 1 2000: Aantal sporangiën/g grond in het voorjaar van enkele jaren, F-prob's na optimale transformatie en betrouwbare verschillen na optimale transformatie zijn aangegeven met letters; F-prob.-ras, F-prob.-behandeling en F-prob.-interactie in 2001 en 2002 <0,001.**

Ras	'01			'02			'03	'04
	Onbe-handeld	middel C	Gemiddeld	Onbe-handeld	middel C	Gemiddeld	Onbe-handeld	Onbe-handeld
Maritiema	23,5 d	1,4 b	12,4 c	15,6 c	0,9 ab	8,2 c	4,8	0,1
Bintje	3,8 c	1,0 ab	2,4 b	1,6 b	0,4 a	1,0 b		
Hansa	1,1 b	0,1 a	0,6 a	0,8 ab	0,2 a	0,5 ab		
Felsina	1,2 b	0,8 ab	1,0 ab	0,8 ab	0,5 a	0,7 ab		
Donald	0,4 ab	0,3 ab	0,3 a	0,3 a	0,2 a	0,3 a		
gemiddeld	6,0 b	0,7 a		3,8 b	0,4 a			

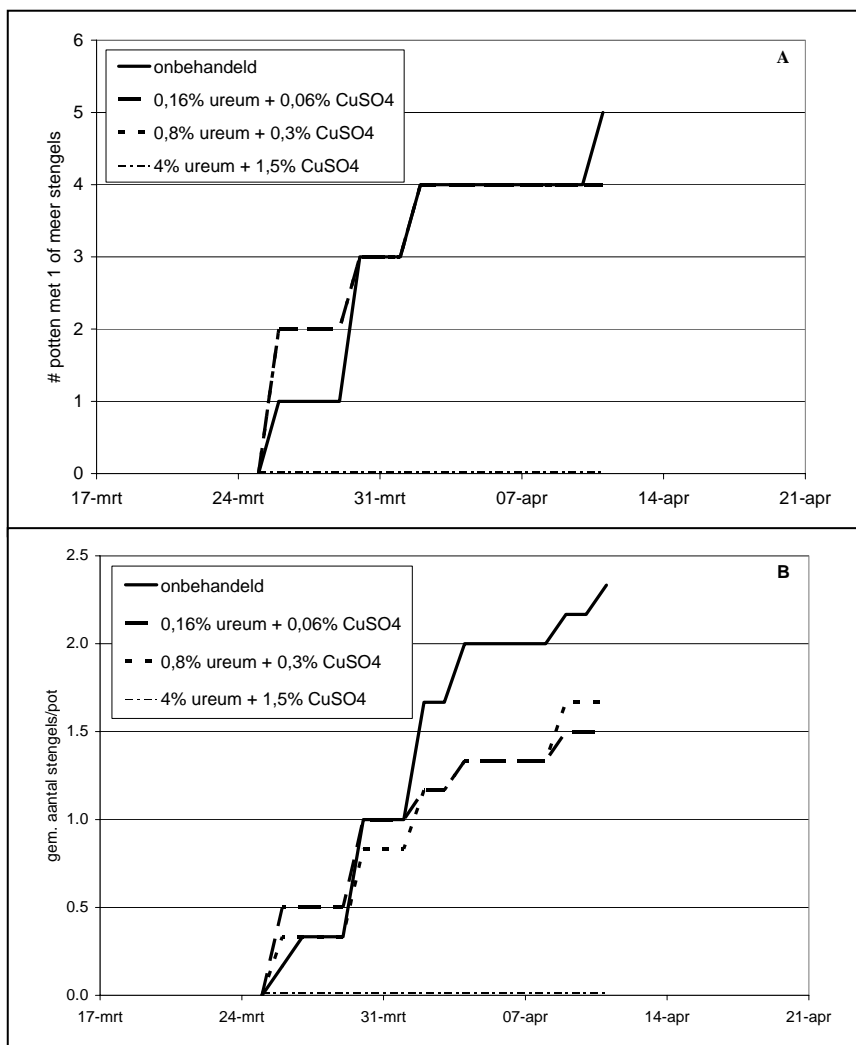
Bij aanleg van de proef was de besmetting van de bodem 0,4 sporangiën per gram grond. Bij de oogst van de aardappelen bleef het gevormde wratweefsel achter op de veldjes. In 2001 en 2002 werd met

grondmonsters bekeken in welke mate hiermee de besmetting verhoogd was (tabel 2.4). Het bij Maritiema zonder middel C geproduceerde wratweefsel leverde in het voorjaar van 2001 een besmetting op van 23,5 sporangiën per gram grond. Dankzij de toepassing van middel C daalde dit naar 1,4. Ook bij Bintje zonder middel C werd een duidelijke verhoging van de besmetting geconstateerd. Bij de overige objecten was de besmetting niet duidelijk hoger dan de aanvangsbesmetting. In het voorjaar van 2002 was de besmetting sterk afgenomen. De verschillen tussen de objecten waren in verhouding nog ongeveer hetzelfde. In 2003 en 2004 werd alleen onbehandeld van Maritiema bemonsterd. De besmetting nam in sterke mate af.

2.2.3 Fytotoxiciteit ureum en kopersulfaat (LAB518)

De toepassing van de hoogste dosering ureum + kopersulfaat in de mix welke op de moederknollen gelegd werd, leidde tot 0% opkomst (figuur 4.1.a en 4.1.b). Bij het aantal potten met minstens één opgekomen stengel werd geen duidelijk verschil geconstateerd tussen onbehandeld en de twee laagste doseringen. Pas bij de laatste waarneming op 11 april werd bij onbehandeld op 5 van de 6 potten opkomst bereikt, terwijl dit bij de 2 laagste doseringen op 4 van de 6 bleef.

Bij het aantal stengels per pot werden bij onbehandeld vanaf 2 april iets meer stengels per plant geteld dan bij de twee laagste doseringen.

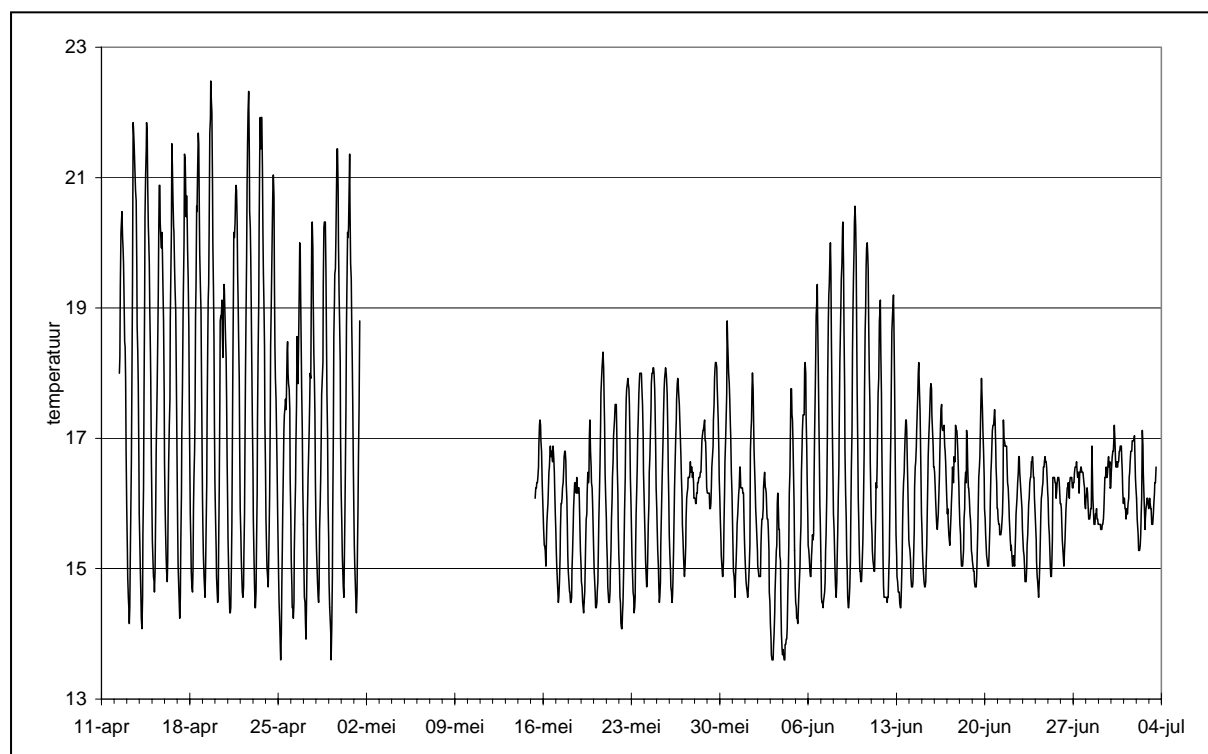


Figuur 4.1.a en 4.1.b. Verloop van de opkomst (A) en het aantal stengels per plant (B) bij behandeling met verschillende doseringen ureum + kopersulfaat.

2.2.4 Infectie aardappelrassen met wratziekte in kas (LAB524)

2.2.4.1 Temperatuurverloop

Tijdens de proefperiode was de bodemtemperatuur in de potten gemiddeld 16,6°C. Overdag kon de temperatuur oplopen tot boven 20°C.



Figuur 4.2. Bodemtemperatuur tijdens uitvoering van LAB524, gemiddelde van 3 potten.

2.2.4.2 Opkomst en ontwikkeling

Op één uitzonderingen na was er bij alle objecten een opkomst van 100%. Bij Maritiema – ureum + kopersulfaat was de opkomst 67%. Het gemiddelde aantal stengels per pot werd alleen door het ras en niet door de behandeling beïnvloed. Op onbehandeld kwam gemiddeld over de rassen de eerste stengel per pot boven op 25 april. Bij middel C was dit 4 dagen later en bij ureum + kopersulfaat en bij fungicide was dit 2 dagen later dan bij onbehandeld.

Op 22 mei was de lengte van de planten bij onbehandeld en bij fungicide ongeveer 48 cm. Bij de behandelingen middel C en ureum + kopersulfaat was de lengte met 37 cm duidelijk korter.

2.2.4.3 Productie en aantasting

Het totale aantal knollen werd wel door het ras maar niet door de behandelingen beïnvloed. De totale productie per pot aan knol- + wratweefsel is weergegeven in tabel 2.5. Tussen Maritiema en Felsina enerzijds en Hansa anderzijds was er een groot verschil in productie. De gemiddelde productie bij fungicide was significant lager dan bij onbehandeld. Bij middel C en ureum + kopersulfaat was de productie nog lager. Er was sprake van een beperkte interactie tussen ras en behandeling.

Tabel 2.5. Totale productie (knol + wrat) in gram per pot (exclusief potten zonder plant); df 58.

	Onbehandeld	Middel C	Ureum + kopersulfaat	Fungicide	Gemiddeld
Maritiema	339	141	142	227	212
Felsina	230	219	175	201	206
Hansa	112	33	49	85	70
F-prob.		0,050			<0,001
LSD		82			41
Gemiddeld	227	131	122	171	
F-prob.		<0,001			
LSD		47			

Alleen bij het ras Maritiema werd een aantasting door wratziekte verkregen (tabel 2.6). Bij onbehandeld was de incidentie 100%. Behandeling met fungicide had een zeer beperkt effect. Bij ureum + kopersulfaat was de incidentie gedaald tot 50% en bij middel C was de incidentie slechts 17%. Het totaal aantal gevormde knollen was bij alle behandelingen significant hoger dan bij onbehandeld. De netto knolproductie was bij middel C en bij ureum + kopersulfaat bijna de helft van de productie bij onbehandeld. De hoeveelheid geproduceerd wratweefsel was bij middel C en ureum + kopersulfaat veel lager dan bij onbehandeld. Bij fungicide was de hoeveelheid wratweefsel iets lager dan bij onbehandeld.

Na compostering werden in het wratweefsel van onbehandeld ruim 30.000 sporangiën per gram gevonden en bij fungicide 47.000. In de totale hoeveelheid wratweefsel komt dat neer op 14.000.000 sporangiën bij onbehandeld en 15.000.000 bij fungicide.

Tabel 2.6. Incidentie (%), totaal aantal gevormde knollen per pot, netto knolproductie (g/pot) en totaal gewicht wratweefsel (g/pot) bij Maritiema.

	Incidentie	Totaal # knollen	Netto knolproductie	gew. wratweefsel totaal
Onbehandeld	100	7.5	262	76.7
Middel C	17	10.0	139	1.0
Ureum + kopersulfaat	50	10.8	140	2.6
Fungicide	83	10.7	175	52.9
F-prob.	0.007	0.047	0.058	0.004
LSD	47	2.5	100	44.0

2.2.5 Versnelde uitzieking wratziekte bij 3 rassen fysio 1 (VP965R)

Voor aanleg van de proef werd er gemiddeld over 3 grondmonsters een besmetting gevonden van 0,4 sporangiën per gram grond.

De opkomst (tabel 2.7) werd door middel C en door ureum + kopersulfaat duidelijk vertraagd. Uiteindelijk had alleen middel C een niet significant klein negatief effect op het aantal planten wat boven kwam. De totale productie werd vooral door middel C en in mindere mate door ureum + kopersulfaat geremd.

Bij de onbehandelde planten met het ras Maritiema werd een incidentie verkregen van 40% (tabel 2.8). Met de toepassing van middel C werd dit teruggebracht tot 2%. De hoeveelheid geproduceerd wratweefsel daalde van 153 naar 1 g. Ureum + kopersulfaat leek een iets minder sterk effect te hebben dan middel C. Bij Felsina en Hansa werd bij beide behandelingen geen aantasting meer gevonden. Fungicide had geen effect op de aantasting.

In de tabellen 2.9 en 2.10 zijn weergegeven het aantal sporangiën per geïnfecteerde plant, per gram wratweefsel en per m² na composteren van het wratweefsel en de wratziekte-index. Bij Maritiema lag het aantal per plant op een hoger niveau dan bij de andere twee rassen. Bij de behandeling met middel C was het aantal per plant bij Maritiema duidelijk lager dan bij onbehandeld. Bij de behandeling met ureum + kopersulfaat lag het aantal sporangiën per plant op hetzelfde niveau als bij onbehandeld. Opvallend is het hoge aantal sporangiën per plant bij de behandeling met fungicide bij Maritiema en Hansa. Bij Maritiema hing dit samen met een grote hoeveelheid wratweefsel, bij Hansa hing dit samen met een hoog aantal sporangiën per g wratweefsel.

Tabel 2.7. Verloop van de opkomst, totale productie knol- + wratweefsel (kg/netto veldje); 2 herhalingen.

	% opkomst			Totale productie
	30-5-01	22-6-01	Eind	
Onbehandeld	50.0	88	94	21.7
Middel C	0.0	71	88	16.6
Ureum + koper	0.3	82	94	19.4
Fungicide	31.7	88	93	22.0
F-prob.	<0,001	0,023	0,2	0,001
LSD	14.4	12	6	2.8
Maritiema	14	80	96	20.7
Felsina	23	75	84	16.9
Hansa	25	92	97	22.2
F-prob.	0,16	0,009	<0,001	0,004
LSD	12	10	5	2.4

Tabel 2.8. Incidentie (%) (F-prob.-ras <0.001, LSD 9) en hoeveelheid geproduceerd wratweefsel (g/bruto veldje) (F-prob.-ras <0,001, LSD 34); 2 herhalingen.

	Incidentie				Wratweefsel			
	Maritiema	Felsina	Hansa	gem.	Maritiema	Felsina	Hansa	Gem.
Onbehandeld	40	13	7	20	153	11	8	57
Middel C	2	0	0	1	1	0	0	0
Ureum + koper	11	0	0	4	10	0	0	3
Fungicide	45	10	3	19	267	3	4	91
Gemiddeld	25	6	3		108	4	3	
F-prob.		0.047		0.002		<0.001		<0.001
LSD		17		10		68		39

Tabel 2.9. Aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën per geïnfecteerde plant en aantal sporangiën per gram vers wratweefsel; gemiddeld over 3 herhalingen.

	Aantal sporangiën/plant (x 1000)			Aantal sporangiën/g wratweefsel		
	Maritiema	Felsina	Hansa	Maritiema	Felsina	Hansa
Onbehandeld	241	23	69	17.800	18.800	28.300
Middel C	152			32.300		
Ureum + koper	285			31.000		
Fungicide	380	31	242	15.800	28.500	62.900

Tabel 2.10. Aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën x 1000 per m² en wratziekte-index; gemiddeld over 3 herhalingen.

	Aantal sporangiën/m ² (x 1000)			Wratziekte-index		
	Maritiema	Felsina	Hansa	Maritiema	Felsina	Hansa
Onbehandeld	297	13	15	7.3	8.6	8.8
Middel C	14	0	0	8.8	9.0	9.0
Ureum + koper	141	0	0	8.1	9.0	9.0
Fungicide	645	6	15	6.0	8.8	8.9

2.2.6 Versnelde uitzieking wratziekte bij 3 rassen fysio 2/6 (HLB2189)

Op 10 juli werd geconstateerd dat de groei bij alle rassen vooral door middel C en in mindere mate door ureum + kopersulfaat werd geremd. Bij middel C resulteerde dit in een significante daling van de totale productie (tabel 2.11). Door de toepassing van middel C en ureum + kopersulfaat daalde de incidentie sterk en werd significant minder wratweefsel geproduceerd. Dankzij het lage aantal sporangiën per g wratweefsel bij middel C en ureum + kopersulfaat lag het aantal gevormde sporangiën per veldje en per geïnfecteerde plant veel lager dan bij onbehandeld.

Bij het ras Seresta werd bij onbehandeld éénmaal een klein wratje gevonden. Bij Elles werden significant meer planten aangetast dan bij Kartel. De aangetaste Kartel planten produceerden per plant meer wratweefsel dan de aangetaste Elles planten. Zodoende was de grotere hoeveelheid wratweefsel per plant bij Elles niet significant hoger dan bij Kartel. Beide rassen hebben officieel hetzelfde resistentiecijfer. Het aantal sporangiën wat per aangetaste plant gevormd werd, was bij Kartel aanzienlijk hoger dan bij Elles.

Tabel 2.11. **Totale productie (kg/14 planten), incidentie (%), hoeveelheid geproduceerd wratweefsel (g/28 planten), aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën per geïnfecteerde plant, aantal sporangiën per gram vers wratweefsel, aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën per m² en wratziekte-index.**

	Totale productie	Incidentie	Wrat-weefsel	Sporangiën /plant (x 1000)	Sporangiën/ g wratweefsel	Sporangiën /m ²	Wratziekte-index
Elles	12.3	17	107	35	2090	19.810	8.4
Kartel	15.1	6	61	191	4540	37.870	8.7
Seresta	14.0	0.3	0				
F-prob.	0.049	<0.001	0.018				
LSD	2.2	8	71				
Onbehandeld	14.8	11	97	66	3.770	35.440	8.3
Middel C	11.2	1	5	4	340	250	8.9
Ureum + koper	14.4	3	10	6	515	1.020	8.8
Fungicide	14.7	16	114	102	8.640	78.640	8.1
F-prob.	0.023	0.008	0.018				
LSD	2.6	9	82				

2.2.7 Voorkomen wratziekte bij 5 rassen, veldproeven 2002

2.2.7.1 Fysio 1 (LAB629)

In de tabellen 2.12 t/m 2.20 worden de resultaten weergegeven van LAB629. In §2.2.7.3 worden de resultaten besproken.

Tabel 2.12. **Percentage opkomst in juni en bij de oogst.**

	18-6-02				Oogst			
	Onbehandeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbehandeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Maritiema	100	33	76	98	99	81	92	99
Bintje	86	25			96	56		
Hansa	96	58			94	96		
Felsina	98	71			99	95		
Donald	99	90	98	100	99	94	100	98

Tabel 2.13. **Totale productie knol + wratweefsel (kg/netto veldje).**

	Onbehandeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkensdrijfmest
Maritiema	20.8	10.6	15.1	20.1
Bintje	15.7	9.4		
Hansa	22.8	15.2		
Felsina	21.7	15.4		
Donald	20.5	13.9	17.7	19.4

Tabel 2.14. **Gemiddelde productie per plant (g) bij gezonde en bij aangetaste planten (knol + wratweefsel).**

	gezond				Aangetast			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Maritiema	554	586	651	819	830	270	467	766
Bintje	575	791			596	473		
Hansa	874	467			999	965		
Felsina	786	579						
Donald	741	529	633	711				

Tabel 2.15. **Hoeveelheid wratweefsel (g/veldje) en percentage wratweefsel in totale productie knol + wrat van aangetaste planten.**

	wratweefsel				% wratweefsel			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Maritiema	548	221	548	444	1.77	1.40	2.56	1.88
Bintje	191	33			1.27	0.34		
Hansa	3	5			0.08	0.03		
Felsina	0	0						
Donald	0	0	0	0				

Tabel 2.16. **Incidentie en wratziekte-index (gemiddelde van de per plant bepaalde index).**

	Incidentie				Index			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Maritiema	75	50	54	80	4.2	5.6	5.3	3.9
Bintje	48	41			6.2	6.9		
Hansa	10	26			8.7	8.1		
Felsina	0	0			9.0	9.0		
Donald	0	0	0	0	9.0	9.0	9.0	9.0

Tabel 2.17. **Aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën per geïnfecteerde plant en aantal sporangiën per gram vers wratweefsel.**

	aantal sporangiën/plant (x 1000)				Aantal sporangiën/g wratweefsel			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Maritiema	594	519	951	505	22.400	27.400	24.300	25.000
Bintje	443	113			30.200	39.400		
Hansa	40				33.300			

Tabel 2.18. **Aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën x 1000 per m².**

	Onbehandeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkensdrijfmest
Maritiema	1.462	720	1.584	1.322
Bintje	685	89		
Hansa	13			

Tabel 2.19. **F-probabilites voor twee compleet-factoriële gedeelten uit de proef LAB629 (bij gelijkwaardige F-prob. vetgedrukt = belangrijkste effect / hoogste variation rate).**

	Maritiema en Donald x 4 behandelingen			5 rassen x onbehandeld en middel C		
	Ras	Behandeling	interactie	ras	Behandeling	Interactie
Opkomst juni	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
% planten bij oogst	0,025	0,005	0,075	<0,001	<0,001	<0,001
Totale productie knol+wratt	0,096	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	n.s.
Productie per gezonde plant	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Productie / aangetaste plant		0.011 ¹		0.031	0.098	n.s.
Wratweefsel totaal	<0,001	n.s.	n.s.	<0,001	0,055	n.s.
% wrat in aangetast		n.s. ¹		0,051 ²	n.s. ²	n.s. ²
Incidentie	<0,001	0,093	0,093	<0,001	n.s.	n.s.
Wratzieke-index	<0,001	n.s.	n.s.	<0,001	n.s.	n.s.

¹ alleen voor Maritiema

² alleen voor Maritiema, Bintje en Hansa

Tabel 2.20. **LSD's voor twee compleet-factoriële gedeelten uit de proef LAB629.**

	Maritiema en Donald x 4 behandelingen			5 rassen x onbehandeld en middel C		
	Ras	Behandeling	interactie	Ras	Behandeling	Interactie
Opkomst juni	5	7	10	7	4	10
% planten bij oogst	4	6	9	8	5	11
Totale productie knol+wratt	1.5	2.1	2.9	2.5	1.6	3.6
Productie per gezonde plant	244	154	345	152	214	303
Productie / aangetaste plant		298		358	292	506
Wratweefsel totaal	181	256	361	181	256	361
% wrat in aangetast		1.97		1.20	0.98	1.69
Incidentie	10	14	20	15	10	22
Wratzieke-index	0.8	1.2	1.7	1.1	0.7	1.5

2.2.7.2 Fysio 2/6 (LAB630)

In de tabellen 2.21 t/m 2.29 worden de resultaten weergegeven van LAB630. In §2.2.7.3 worden de resultaten besproken.

Tabel 2.21. **Percentage opkomst in juni en bij de oogst.**

	Juni				Oogst			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Producent	98	49	76	100	98	85	83	100
Elles	100	85			94	99		
Kartel	98	77			99	99		
Starga	100	92						
Seresta	100	76	82	100				

Tabel 2.22. **Totale productie jnol + wratweefsel (kg/netto veldje).**

	Onbehandeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkensdrijfmest
Producent	15.1	11.3	14.9	13.6
Elles	21.4	18.4		
Kartel	19.1	14.7		
Starga	16.5	14.6		
Seresta	20.3	17.4	17.1	20.2

Tabel 2.23. Gemiddelde productie per plant (g) bij gezonde en bij aangetaste planten (knol + wratweefsel).

	gezond				Aangetast			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Producent	-	324	617	-	555	609	703	484
Elles	568	666			907	520		
Kartel	492	566			706	400		

Tabel 2.24. Hoeveelheid wratweefsel (g/veldje) en percentage wratweefsel in totale productie knol + wrat van aangetaste planten.

	Wratweefsel				% wratweefsel			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Producent	2465	387	393	2494	8.28	2.35	3.05	6.88
Elles	782	5			2.65	0.28		
Kartel	1511	34			4.96	0.56		
Starga	0	0						
Seresta	0	0	0	0				

Tabel 2.25. Incidentie en wratziekte-index (gemiddelde van de per plant bepaalde index in 1 herhaling).

	Incidentie				Index			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Producent	100	56	59	100	0.8	4.8	6.0	1.0
Elles	72	7			2.4	8.6		
Kartel	87	23			2.3	7.9		
Starga	0	0						
Seresta	0	0	0	0				

Tabel 2.26. Aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën per geïnfecteerde plant en aantal sporangiën per gram vers wratweefsel.

	aantal sporangiën/plant (x 1000)				Aantal sporangiën/g wratweefsel			
	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest	Onbe-handeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkens-drijfmest
Producent	566	414	396	1.344	6.280	14.260	13.080	15.100
Elles	1.012	205			24.590	78.590		
Kartel	1.130	21			17.950	3.930		

Tabel 2.27. Aantal door het wratweefsel geproduceerde sporangiën x 1000 per m².

	Onbehandeld	Middel C	Ureum + kopers.	Varkensdrijfmest
Producent	1.841	656	612	4.481
Elles	2.290	49		
Kartel	3.229	16		

Tabel 2.28. **F-probabiliteiten voor twee compleet-factoriële gedeelten uit de proef LAB630 (bij gelijkwaardige F-prob. vetgedrukt = belangrijkste effect / hoogste variation rate).**

	Producent en Seresta x 4 behandelingen			5 rassen x onbehandeld en middel C		
	Ras	Behandeling	Interactie	ras	Behandeling	Interactie
Opkomst juni	0,082	<0,001	n.s.	0,003	<0,001	0,009
% planten bij oogst		n.s. ¹		n.s. ²	n.s. ²	n.s. ²
Totale productie knol+wratt	<0,001	0,013	0,1	<0,001	0,001	n.s.
Productie per gezonde plant		n.s. ¹		n.s.	n.s.	n.s.
Productie / aangetaste plant		n.s. ¹		n.s.	n.s.	n.s.
Wrattweefsel totaal	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
% wratt in aangetast		0,002 ¹		0,002 ²	<0,001 ²	0,13 ²
Incidentie	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹ alleen voor Producent

² alleen voor Producent, Elles en Kartel

Tabel 2.29. **LSD's voor twee compleet-factoriële gedeelten uit de proef LAB630.**

	Producent en Seresta x 4 behandelingen			5 rassen x onbehandeld en middel C		
	Ras	Behandeling	Interactie	ras	Behandeling	interactie
Opkomst juni	10	14	20	11	7	15
% planten bij oogst		22		9	7	13
Totale productie knol+wratt	1.4	1.9	2.7	2.8	1.8	4.0
Productie per gezonde plant		955		563	459	650
Productie / aangetaste plant		343		339	276	479
Wrattweefsel totaal	291	412	583	388	245	549
% wratt in aangetast		2,38		1.78	1.45	2.51
Incidentie	7	10	13	8	5	12

2.2.7.3 Bespreking resultaten LAB629 en LAB630

In juni werd in beide proeven een sterk negatief effect van de toegepaste middel C op de opkomst waargenomen. Met name bij Bintje, Maritiema en Producent was de opkomst zeer slecht, terwijl bij Donald en Starga het negatieve effect beperkt was. De grootte van het effect was sterker dan in voorgaande jaren. Weliswaar werd toen ook een vertraging van de opkomst en beginontwikkeling geconstateerd na toepassing van middel C, maar dit werd vrij snel gecompenseerd. De slechtere opkomst van Maritiema, Bintje en Producent was ook bij de oogst nog in mindere mate aanwezig. Mogelijk dat de grotere hoeveelheid neerslag kort na het poten een versterking van het fytotoxische effect op de kiemen heeft gegeven. De verschillen tussen de rassen worden mogelijk veroorzaakt door verschil in mate van voorkieming en niet door raseigenschappen.

Ook de toepassing van ureum + kopersulfaat had bij Maritiema en Producent een negatief effect op de opkomst vergelijkbaar met vorig jaar.

De totale productie aan knollen of knollen + wrattweefsel is natuurlijk rechtstreeks negatief beïnvloed door de opgetreden lagere en tragere opkomsten bij bepaalde ras-behandelingscombinaties. Echter, ook als de opkomst niet of beperkt negatief beïnvloed was, trad er in een aantal gevallen een negatief effect op van middel C en ureum + kopersulfaat op de productie. Bij Donald werd de opkomst door middel C nauwelijks beïnvloed, terwijl de productie 33% lager was. Ook bij Hansa, Felsina, Kartel en Starga was het negatieve effect van middel C op de productie sterker dan verwacht kon worden op basis van de opkomst. Bij de toepassing van ureum + kopersulfaat trad dit effect op bij drie van de vier geteste rassen. Alleen Producent behaalde ondanks het negatieve effect op de opkomst een met onbehandeld vergelijkbare productie. Bij de rassen Felsina, Donald, Starga en Seresta werd geen aantasting door wrattziekte geconstateerd. Bij de overige parameters (hoeveelheid wrattweefsel, % wrattweefsel in totale productie knol + wratt, incidentie, wrattziekte-index, severity) werd geen verschil geconstateerd tussen varkensdrijfmest en onbehandeld. Middel C gaf een duidelijke vermindering van de hoeveelheid wrattweefsel, het % wrattweefsel en de incidentie alsmede een verbetering van de index.

De toepassing van ureum + kopersulfaat gaf bij Maritiema en Producent een vermindering van de incidentie ten opzichte van onbehandeld. Bij Maritiema was de hoeveelheid wrattweefsel gelijk aan onbehandeld doordat de hoeveelheid wrattweefsel per aangetaste plant hoger was dan bij onbehandeld (hoger %

wratweefsel). Bij Producent was het effect van ureum + kopersulfaat ongeveer evengoed als het effect van middel C.

Het is opvallend dat het ras Kartel, wat te boek staat als meer resistent tegen wratziekte fysio 2 dan Elles, zwaarder werd aangetast dan Elles.

Omdat bij de oogst van de proeven de opbrengst werd bepaald van de aangetaste en van de gezonde planten, kon de productie per plant berekend worden. Bij wiskundige verwerking van de productie per plant inclusief wratweefsel met het wel of niet aangetast zijn van de planten als factor, bleek er tussen gezonde en aangetaste planten geen verschil te bestaan. Blijkbaar wordt de productiecapaciteit van een plant niet beïnvloed door de aantasting.

De varkensdrijfmest gaf in beide proeven geen vermindering van de aantasting door wratziekte. De werking van de mest tegen wratziekte kan op drie mechanismen berusten, te weten een stimulans van het bodemleven, een effect van ammoniak en een effect van vluchtige vetzuren. De concentratie van de toegediende mest was weliswaar hoog (8 %) in het mengsel van grond met inoculum, maar de hoeveelheid per poter was slechts 15 g. Omgerekend betekent dit een mestgift van 500 kg/ha. Mogelijk is dit te gering om via het bodemleven en/of via ammoniak een effect te geven. Het gehalte aan vluchtige vetzuren was laag, zodat ook hiervan sowieso geen effect verwacht kon worden. Het is thans nog niet bekend of vluchtige vetzuren überhaupt een werking tegen wratziekte-sporangiën hebben.

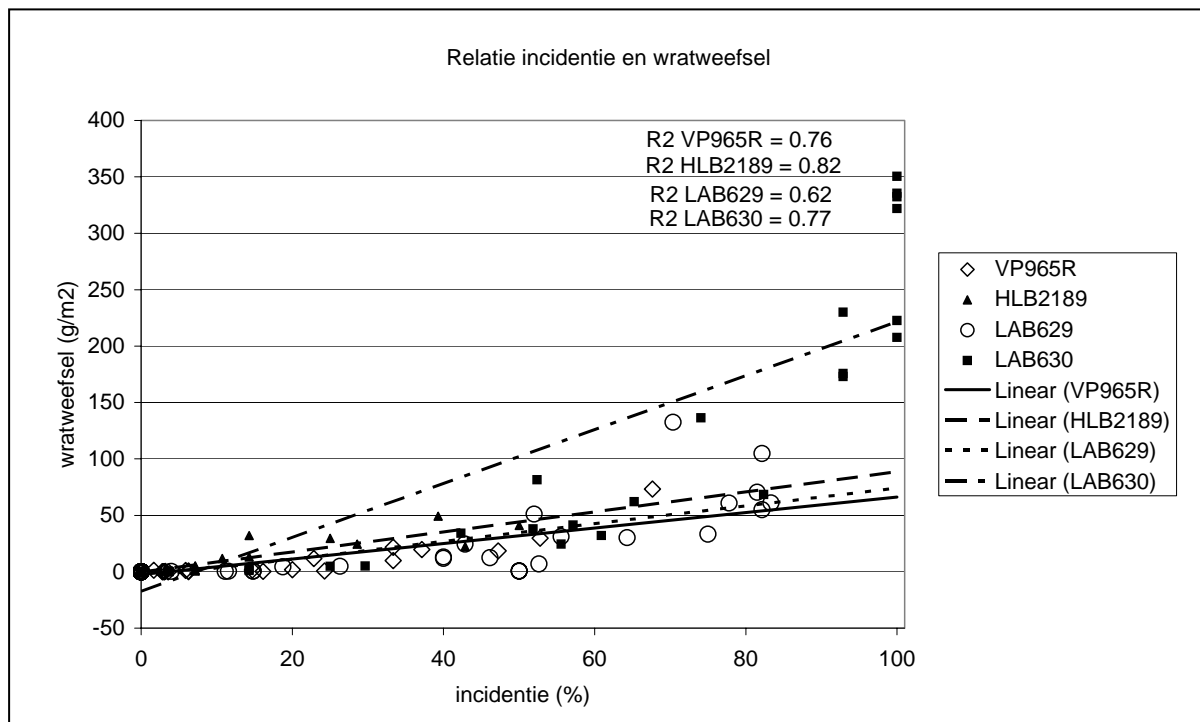
Bij Maritiema, Bintje en Hansa was de variatie in aantal sporangiën per g wratweefsel beperkt. Het aantal sporangiën gevormd per geïnfecteerde plant of per m² was bij Maritiema hoger dan bij de andere rassen uitgezonderd voor middel C bij het aantal per m². Bij de proef met Producent, Elles en Kartel was er sprake van grote verschillen in aantal sporangiën per g wratweefsel. Bij Producent – onbehandeld lag het aantal op een laag niveau. Bij Elles – middel C lag het aantal op een zeer hoog niveau. In de onbehandelde situatie produceerden Elles en Kartel meer sporangiën per gram, plant of per m² dan het minder resistente ras Producent. Naarmate de hoeveelheid geproduceerd wratweefsel hoger was, leek de sporangiëndichtheid in het wratweefsel lager.

2.2.8 Bespreking resultaten diverse proeven

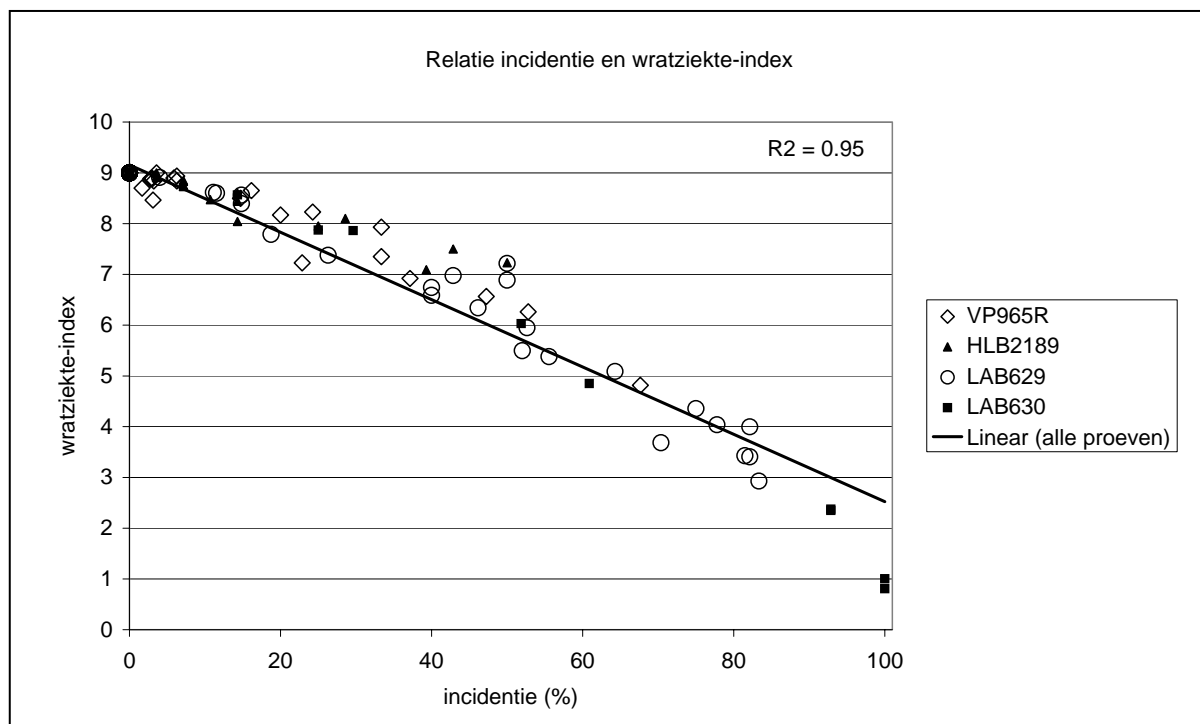
2.2.8.1 Relatie wratziekte waarnemingen

Er was sprake van een duidelijke overeenkomst tussen het percentage aangetaste planten (incidentie), de mate van aantasting, de hoeveelheid geproduceerd wratweefsel en het aantal sporangiën per gram grond wat met grondmonsters teruggevonden werd. Over de vier in 2001 en 2002 uitgevoerde proeven werd een gezamenlijke verwerking van de resultaten uitgevoerd. In de figuren 4.3, 4.4 en 4.5 is de relatie tussen de incidentie en resp. de hoeveelheid wratweefsel, de wratziekte-index en het aantal geproduceerde sporangiën weergegeven. In figuur 4.6 is de relatie tussen de hoeveelheid wratweefsel en het aantal geproduceerde sporangiën weergegeven. Bij de relatie tussen incidentie en wratziekte-index werd een zeer sterk verband geconstateerd, waarbij er geen verschil tussen de afzonderlijke proeven werd vastgesteld. Bij de relatie tussen incidentie en de hoeveelheid wratweefsel of het aantal sporangiën per m² was er wel sprake van verschillen tussen proeven. Per proef waren de relaties over het algemeen sterk.

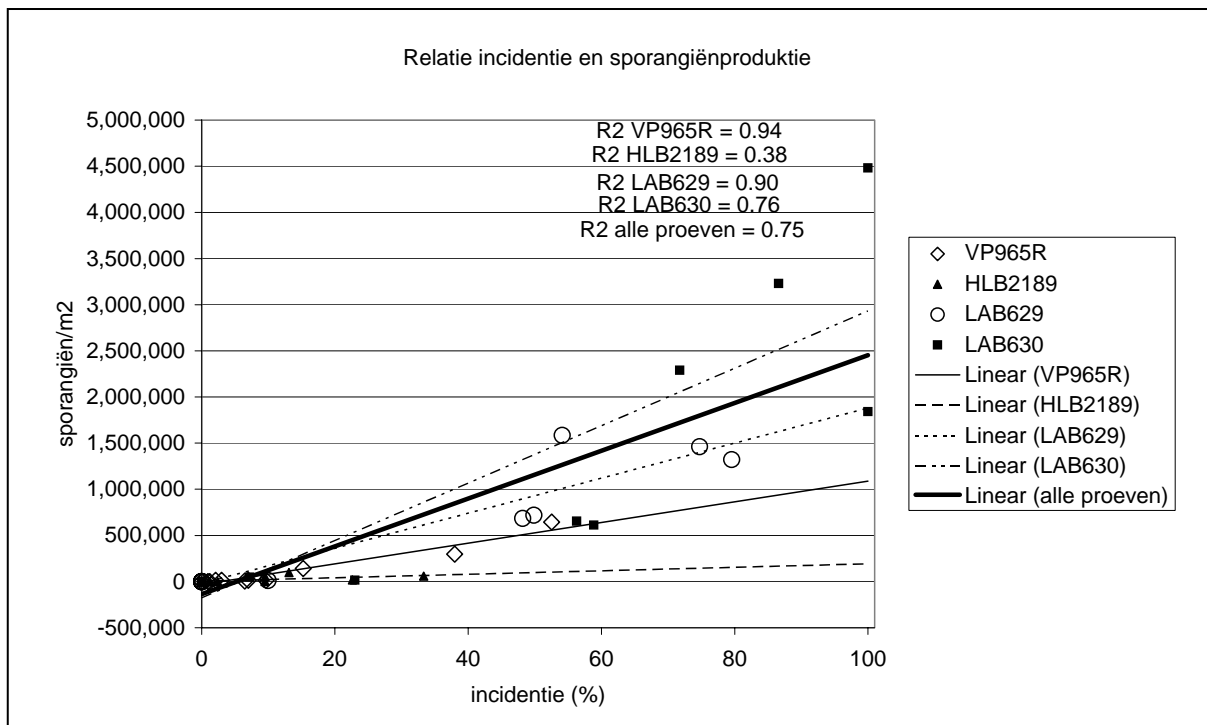
Over de vier in 2001 en 2002 uitgevoerde proeven werd ook de correlatie berekend tussen de hoeveelheid wratweefsel, de wratziekte-index, de incidentie en het aantal sporangiën per m². De berekening werd zowel uitgevoerd met alle objecten, als exclusief de objecten waar geen wratziekte werd gevormd. Over de 4 proeven berekend was de correlatie tussen de vier parameters zeer hoog ongeacht of al dan niet alle objecten meegenomen werden. Ook per proef berekend, werden over het algemeen zeer hoge correlaties gevonden. Uit deze hoge samenhang en uit de sterke relatie tussen incidentie en wratziekte-index valt af te leiden dat niet alle parameters vastgesteld hoeven te worden. Bepaling van incidentie en hoeveelheid wratweefsel en/of hoeveelheid sporangiën is afdoende. Arbeidsintensieve bepaling van de wratziekte-index is overbodig.



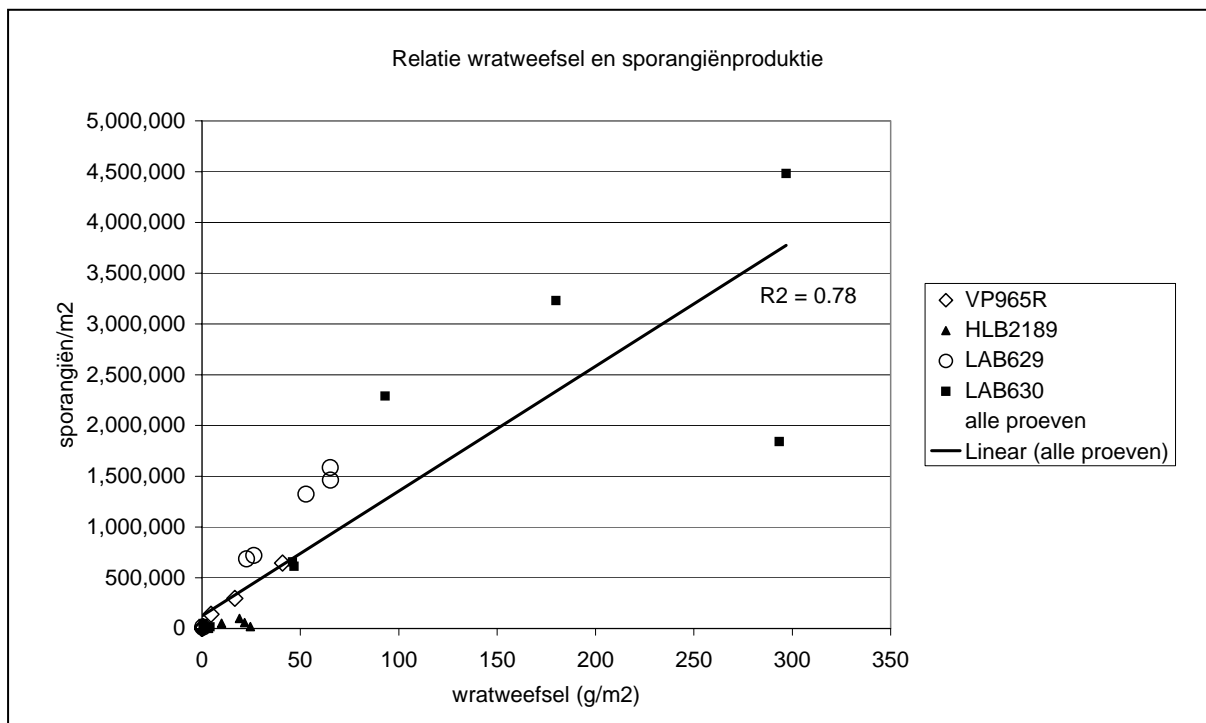
Figuur 4.3. Relatie tussen de vastgestelde incidentie per veldje en de hoeveelheid wratweefsel per proef.



Figuur 4.4. Relatie tussen de vastgestelde incidentie per veldje en de wratziekte-index per proef en over alle proeven.



Figuur 4.5. Relatie tussen de vastgestelde incidentie per veldje en de geproduceerde sporangiën per m² per proef en over alle proeven.



Figuur 4.6. Relatie tussen de hoeveelheid wratweefsel en de geproduceerde sporangiën per m² per proef en over alle proeven.

2.2.8.2 Verhoging sporangiëndichtheid van de bodem

Aan de hand van het aantal per m² geproduceerde sporangiën kan berekend worden in welke mate de bodembesmetting verhoogd zou worden, mits al het wratweefsel op het land achtergebleven zou zijn. Met de in de tabellen 2.10, 2.11, 2.18 en 2.27 genoemde aantallen geproduceerde sporangiën per m² en uitgaande van bovenste 20 cm grond en een s.g. van 1,3 zou het onbehandelde object bij het ras Maritiema in VP965R en LAB629 een besmetting hebben gegeven van 1,1 resp. 5,6 sporangiën per g grond. Bij het ras Kartel zou het onbehandelde object in HLB2189 en LAB 630 een besmetting hebben gegeven van 0,2 resp. 12,4 sporangiën per g grond.

In LAB411 werd een verhoging van de bodembesmetting verkregen van ongeveer 5 sporangiën per m² (tabel 2.4) en in LAB627 werd bij Maritiema – onbehandeld een verhoging verkregen van ongeveer 20 (tabel 2.4).

In de meeste gevallen zou de bodem dus in een onbehandelde situatie met een vatbaar of partieel resistent ras dus een aanzienlijke besmetting opgelopen kunnen hebben.

2.2.8.3 Vatbaarheid ras

Bij fysio 1 worden de rassen alleen ingedeeld in vatbaar, weinig vatbaar en onvatbaar. Op basis van dit onderzoek kan de volgende volgorde in toename van onvatbaarheid gegeven worden: Maritiema – Bintje – Hansa – Felsina – Donald.

In de rassenlijst 2002 hebben de rassen Elles en Kartel een 4 (sterk vatbaar) resp. een 6 (middelmatig vatbaar) als resistentiecijfer voor fysio 2. Inmiddels hebben beide rassen een 5 (vrij sterk vatbaar). In de proeven werd Elles in 2001 duidelijk zwaarder aangetast dan Kartel, terwijl in 2002 Kartel duidelijk zwaarder werd aangetast dan Elles. Bij het resistente ras Seresta werd in eenmalig onderzoek met fysio 1 een zeer lichte aantasting geconstateerd. In één van twee proeven met fysio 2/6 werd ook een zeer lichte aantasting geconstateerd. Er werd echter niet geverifieerd of het werkelijk om wratziekte ging en of het een nieuw fysio betrof.

2.2.8.4 Invloed behandeling op aantasting, opkomst en opbrengst

De toepassing van middel C op de aardappelknol leidde tot een vermindering van de incidentie, de hoeveelheid gevormd wratweefsel en het aantal sporangiën per gram grond wat met grondmonsters teruggevonden werd met ongeveer 80%. In 2001 gaf de toepassing van middel C of ureum + kopersulfaat bij de rassen Hansa, Felsina, Kartel en Seresta een daling van de hoeveelheid gevormd wratweefsel tot 1 of 0 gram per veldje. Bij de meer vatbare rassen Maritiema, Elles en Producent was het effect van ureum + kopersulfaat in drie van de vier proeven duidelijk minder sterk dan het effect van middel C.

De behandeling met middel C en ureum + kopersulfaat gaf in 3 van de 5 proeven een vermindering van de opkomst (tabel 2.7). In combinatie met een vertraging van de begingroei werd in 4 van de 5 proeven een verlaging van de opbrengst verkregen. De vermindering van de opkomst leek rasafhankelijk, maar dit kan te maken hebben met een verschil in kieming bij het poten.

Tabel 2.30. **Percentage opgekomen planten en bruto opbrengst gemiddeld over 5 of 4 veldproeven en gemiddeld over de rassen waarop de behandelingen werden uitgevoerd.**

	opkomst (%)		opbrengst	
	5 proeven	4 proeven	5 proeven	4 proeven
Onbehandeld	97,6	97,6	46300	43900
middel C	93,4	90,2	38000	32700
Ureum + kopersulfaat		93,3		39000

3 Effect toepassing van behandelingen op bodembesmetting met wratziekte

Auteurs: Johan Wander (PPO), Jan Lamers (PPO) en Pim van de Griend (HLB)

3.1 Uitgevoerd onderzoek

In de jaren 1999 t/m 2002 werden totaal 9 proeven aangelegd. Daarnaast werden in drie rassenproeven in 2001 en 2002 monsterzakjes met de diverse behandelingen in de aardappelrug ingegraven. In 1999 en 2000 werden drie pottenproeven met diverse producten uitgevoerd om een indruk te krijgen van de perspectieven van deze producten in een hoge en een lagere dosering bij enkele grondsoorten. De hoge doseringen lagen op een niveau wat bij volveldstoepassing niet realiseerbaar was, maar kwamen overeen met in literatuur gevonden hoeveelheden. Bovendien kwamen de hoeveelheden overeen met de doseringen die bij toepassing op de poter bij de rassenproeven werden toegepast. Na de screening van diverse behandelingen in de uitgevoerde pottenproeven was het wenselijk om de behandelingen ook onder veldomstandigheden te toetsen. Het grote verschil met een pottenproef is naast de omstandigheden ook het feit dat de behandeling en bijvoorbeeld dampwerking niet in een pot zit opgesloten. In de in 2001 en 2002 aangelegde veldproeven werden praktisch haalbare doseringen gebruikt.

In onderstaand overzicht is weergegeven welke proeven gericht op versnelde uitzieming van de bodembesmetting met wratziekte aangelegd zijn in de jaren 1999 t/m 2002. Per proef is aangegeven met welk fysio werd gewerkt, waar de proef werd uitgevoerd en in welke jaren de proef liep.

nummer	Proef	fysio	Locatie	Jaar
LAB474	Eerste pottenproef uitzieming		Kas Lelystad	1999 / 2000
LAB440	Pottenproef versnelde uitzieming fysio 1	1	Kas Lelystad	2000 / 2001
HLB2015	Pottenproef versnelde uitzieming fysio 2	2/6	Loods Wijster	2000 / 2001
VP965A	Oriëntatie afdekken	1	Ysselsteyn	2001
VP965U	Versnelde uitzieming in aardappelruggen	1	Ysselsteyn	2001 / 2002
LAB632	Versnelde uitzieming volvelds	1	Ysselsteyn	2002 / 2003
LAB633	Versnelde uitzieming volvelds	2/6	Nieuw-Weerdinge	2002 / 2003
LAB634	Effect BGO en mest	1	Ysselsteyn	2002 / 2003
LAB631	Langjarig effect versnelde uitzieming	1	Ysselsteyn	2002 / 2005
VP965R	Pantys bij uitzieming * 3 rassen	1	Ysselsteyn	2001
LAB629	Pantys bij voorkomen bij 5 rassen	1	Ysselsteyn	2002
LAB630	Pantys bij voorkomen bij 5 rassen	2/6	Smilde	2002

3.1.1 Eerste pottenproef uitzieming (LAB474)

Om een eerste indruk te krijgen van het effect op wratziekte van een aantal producten en om na te gaan of dit effect afhankelijk was van de herkomst van de grond werd een pottenproef in 10-voud aangelegd. De uitgangssituatie van het aantal sporangiën in de grond is gegeven in onderstaand overzicht. Bij Ysselsteyn werd de schone grond besmet met compostinoculum tot 7 sporangiën per gram grond.

Aantal sporangiën per gram grond voor aanleg van de objecten (bemonsterd november 1999).

Herkomst grond	Grondsoort	sporangiën/g grond	Extractievloeistof
Bellingwolde	Veenkoloniale zandgrond	87	Ludox (TM50)
Ysselsteyn	Z.O. zand	0 / 7*	CaCl ₂
Horst	Z.O. zand	33 (15 en 51)	Ludox en CaCl ₂
Nieuw-Weerdinge	Veenkoloniale dalgrond	37	CaCl ₂

* bereikt door toevoeging van gezeefd compostinoculum

In de proef werden naast onbehandeld 6 verschillende behandelingen in 2 doseringen getest volgens onderstaand overzicht.

Behandeling	Dosering (% in de grond)	
	Hoog	Laag
Middel C	9.6	1.9
Zuiver middel C	2.4	0.5
Kopersulfaat	1.5	0.3
Stalmest	9.6	1.9
Ureum	4.5	0.9
Ureum + kopersulfaat	4.5 + 1.5	0.9 + 0.3

Per pot werd een aardappelknol geplant. Door de hoge concentraties groeiden deze planten vaak niet goed. Tevens werd geen aantasting door wratziekte verkregen. Deze resultaten worden daarom niet besproken.

Tijdens uitvoering van de proef werd de grond vochtig gehouden. Ongeveer 150 dagen na aanleg van de proef werden van enkele behandelingen grondmonsters genomen voor bepaling van de sporangiëndichtheid. De monsters werden verwerkt volgens de PD-methode.

In augustus 2000 werd in de potten van 5 herhalingen een meristeemplant geplant om na te gaan of de planten aangetast werden door wratziekte. Bij alle objecten trad veel plantuitval op. Bij de resterende 119 (van de 260) planten werd slecht 1 plant aangetast door wratziekte. De resultaten van dit onderdeel van de proef worden daarom niet behandeld.

3.1.2 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 1 (LAB440)

In 2000 werd met diverse behandelingen (zie onderstaand overzicht) met 2 doseringen bij 2 herkomsten van grond in zesvoud een pottenproef uitgevoerd. Bij aanleg van de proef werd de grond van de herkomst Ysselsteyn besmet met compostinoculum. Per grondsoort werden van de controlebehandeling monsters genomen voor de bepaling van de sporangiëndichtheid bij aanvang. Bij Ysselsteyn was de aanvangsbesmetting 13,4 en bij Venray 10,3 sporangiën per gram grond.

Tijdens uitvoering van de proef werd de grond vochtig gehouden. Abusievelijk (omwisseling monsters bepaling vochtgehalte bij aanvang) werden de potten met grond van de herkomst Gommers bij aanvang van de proef met een vochtgehalte van 24 % in de kas gezet, terwijl de potten met grond van de herkomst de Mulder een vochtgehalte hadden van 16 %.

Na de behandelingsperiode (135 dagen na aanleg) werd per pot een monster genomen voor bepaling van de sporangiëndichtheid. De monsters werden verwerkt met de zonale centrifuge te Merelbeke.

Factoromschrijving	Omschrijving
Grond	Ysselsteyn (Gommers)
	Venray (de Mulder)
Behandeling (dosering volgens Hoog)	Onbehandeld
	Middel C (8 %)
	Zuiver middel C (2 %)
	Kopersulfaat (kopersulfaatpentahydraat) (1,5 %)
	Stalmestpoeder (8 %)
	Ureum (4 %)
	Ureum + kopersulfaat (4 % + 1,5 %)
	Fungicide
Dosering	Hoog
	Laag (20 % van 'hoog')

3.1.3 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 2/6 (HLB2015)

Met alleen de hoge doseringen van de in § 3.1.2 genoemde behandelingen werd door het HLB een proef in viervoud aangelegd met veenkoloniale zandgrond (Bellingwolde) en dalgrond (Nieuw Weerdinge). Bij aanleg van de proef werd de grond besmet met compostinoculum. Per herkomst van de grond werd voor toevoeging van de behandelingen per behandeling een monster genomen voor de bepaling van de sporangiëntichtheid bij aanvang. Tijdens uitvoering van de proef werd de grond vochtig gehouden en werd de temperatuur op ongeveer 16°C gehouden. Na de behandelperiode van 69 dagen (16-11-00 t/m 23-1-01) werd per pot een monster genomen voor bepaling van de sporangiëntichtheid. Alle monsters werden verwerkt door het HLB volgens de PD-centrifugemethode.

3.1.4 Oriëntatie afdekken (VP965A)

Om een indruk te krijgen van het effect van een volveldsbehandeling met middel C en de combinatie van ureum – kopersulfaat in combinatie met het wel of niet afdekken van de grond op de doding van wratziektesporangiën, is een eenvoudige proef aangelegd.

De proef werd op 22 juni 2001 aangelegd op het proefperceel te Ysselsteyn. De behandelingen (20.000 kg/ha middel C en 750 kg/ha ureum + 250 kg/ha kopersulfaatpentahydraat) werden aangelegd op 2 naast elkaar liggende velden van 6 bij 6 m op losse grond. Daarna werd de grond nogmaals met een rotorkoepel 10 cm diep bewerkt om de gestrooide producten in te werken. Bij elke behandeling werd vervolgens grond tot de bewerkingsdiepte opgescheept. Deze grond werd gemengd met compostinoculum, waarna er per behandeling 10 pantyzakjes werden gevuld met ongeveer 600 gram. Ongeveer in het midden van elk veldje werden vervolgens 5 zakjes ingegraven kort onder het maaiveld tot een diepte van ongeveer 10 cm. De helft van de veldjes werd vervolgens afgedekt met folie (Hermetix met groene kant boven). Om kapot prikken door vogels te voorkomen werden er netten boven de veldjes gespannen.

Op 31 augustus - 10 weken na aanleg - werden de pantyzakjes uit het veld gehaald en afzonderlijk in plastic zakjes gedaan. Eén van de pantyzakjes was recentelijk door een vos opgegraven en kapotgemaakt. De monsters voor bepaling van het aantal wratziekte sporangiën werden verwerkt met de Hendrickx-centrifuge.

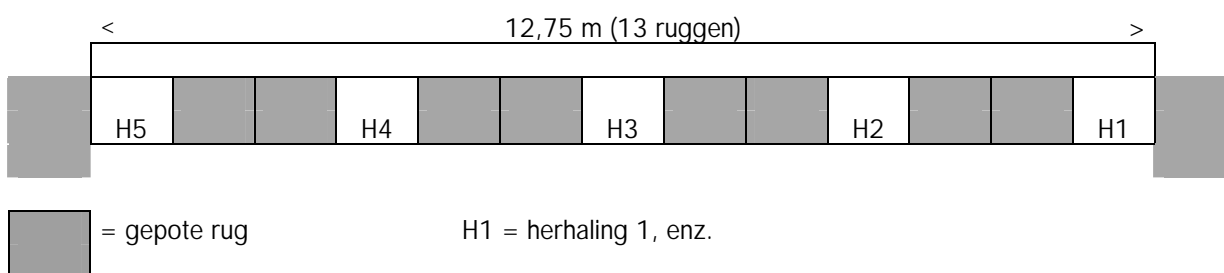
3.1.5 Versnelde uitzieking in aardappelruggen (VP965U)

Met monsterzakjes ingegraven in aardappelruggen werd gewerkt met doseringen die op een poter toegepast werden in proeven met aardappelen. Op deze wijze kunnen veel behandelingen op eenvoudige wijze onderzocht worden. Bovendien komt de gevolgde werkwijze overeen met het aanbrengen van de behandeling op de aardappelpoter, zodat een indruk verkregen wordt over het effect van de behandeling op vermindering van het aantal sporangiën ten opzichte van de vermindering van de aantasting van de plant. De onderstaande behandelingen werden aangelegd.

Overzicht proefopzet

Factor code	Factor Omschrijving	Niveau Code	Niveau Omschrijving / instelling
B	Behandeling (dosering volgens D1)	B1	Controle
		B2	Middel C (8 %)
		B3	Zuiver middel C (2 %)
		B4	Kopersulfaat (kopersulfaatpentahydraat) (1,5 %)
		B5	Dunne mestvarkensmest (0,83 %)
		B6	Ureum (4 %)
		B7	Ureum + kopersulfaat (4 % + 1,5 %)
		B8	Fungicide
D	Dosering	D1	Hoog
		D2	Laag (20 % van D1)
P	Periode	P1	4 maanden: mei tot september
		P2	11 maanden: mei tot april '02
G	Herkomst grond	G1	Ysselsteyn (proefperceel)
		G2	Venray (de Mulder)

Op 11-5-01 werd grond van het proefperceel te Ysselsteyn en van een perceel uit Venray gemengd met de behandelingen en doseringen volgens bovenstaand overzicht. De natuurlijke aanvangsbesmetting werd gecontroleerd door per herkomst monsters te centrifugeren met de Hendrickx-centrifuge. De besmetting van de grond was bij G1 1,5 sporangiën/g grond (ds) en bij G2 0. Bij de monsters van G1 werd met compostinoculum de besmetting verhoogd met 150 sporangiën per gram grond en bij G2 met 50 sporangiën per gram grond. De aldus gecreëerde Pi's werden niet meer gecontroleerd. Het inoculum werd toegevoegd per behandeling/dosering/grondsoort-combinatie. Met het grond-behandelingsmengsel werden pantzakjes gevuld met ongeveer 600 g. De monsters werden vervolgens ingegraven op de normale diepte voor poters in 5 ongepote ruggen op het perceel te Ysselsteyn. Per monster werd 1200 g van het betreffende grond-behandelingsmengsel rond (onder, boven, naast) het monster gelegd. Een herhaling van 64 monsters was 32 m lang. De plaatsing binnen een herhaling werd niet ingeloot, maar de monsters werden op een vaste volgorde in de herhalingen gelegd. Per herhaling werd vooraan begonnen met een ander monster. Tussen de ruggen met monsters lagen 2 gepote ruggen (zie onderstaand overzicht). De monsters werden gedeeltelijk op 31-8-01 (P1) en gedeeltelijk op 25-3-02 (P2) uit de grond gehaald. Later werden monsters verwerkt met de Hendrickx-centrifuge voor bepaling van de sporangiedichtheid.



3.1.6 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 1 (LAB632)

Op het proefperceel te Ysselsteyn werd op 24-07-02 een proefveld met onderstaande behandelingen aangelegd:

- Onbehandeld
- 750 kg/ha ureum
- 750 kg/ha ureum + 250 kg/ha kopersulfaatpentahydraat
- 60.000 kg/ha varkensdrijfmest
- 20.000 kg/ha stalmestpoeder

Middel C werd in de proef niet meegenomen omdat er problemen waren met de import. Zodoende lagen in de in viervoud aangelegde proef de onbehandelde veldjes dubbel. Bij aanleg werden pantymonsters

ingegraven waarin een kunstmatig hoge besmetting werd gecreëerd. Op enkele tijdstippen werden grondmonsters genomen om het effect op de natuurlijke besmetting na te gaan.

In onderstaand overzicht is een bodemanalyse en de samenstelling van de mest weergegeven.

	bodem	varkensdrijfmest		Stalmestpoeder	
	%	%	Kg/ha	%	Kg/ha
Organische stof	4	7,4	4440	54,5	10900
N-NH ₃		0,53	318	0,04	8
N-organisch		0,36	216	1,73	346
C/N-quotiënt		4		14	
koper	19,7 mg/kg*	47,6 mg/kg	3	54,9 mg/kg	1
CaCO ₃	<0,1				
pH-KCl	5,0				
pH-H ₂ O		7,9			

* dit is ongeveer 80 kg/ha

3.1.7 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 2/6 (LAB633)

Op het proefperceel te Nieuw-Weerdinge werd op 25-7-03 een zelfde proefveld aangelegd als beschreven in §3.1.6. Vanwege de hogere natuurlijke besmetting werden geen pantymonsters gemaakt.

In onderstaand overzicht is een bodemanalyse en de samenstelling van de mest weergegeven.

	bodem	Varkensdrijfmest		Stalmestpoeder	
	%	%	Kg/ha	%	Kg/ha
Organische stof	18,7	7,1	4260	54,8	10960
N-NH ₃		0,43	258	0,04	8
N-organisch		0,20	120	1,83	366
C/N-quotiënt		5		13	
koper	9,9 mg/kg*	31,9 mg/kg	2	47,9 mg/kg	1
CaCO ₃	<0,1				
pH-KCl	4,6				
pH-H ₂ O		7,3			

* dit is ongeveer 40 kg/ha

3.1.8 Effect BGO en mest (LAB634)

Op het proefperceel te Ysselsteyn werd op 6-9-02 een proefveld aangelegd waarbij het effect van biologische grondontsmetting (BGO: aanvoer of teelt van veel vers groen materiaal – frezen – nat maken – afdekken met folie) op wratziekte, *Verticillium dahliae* en *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi* (FOA) werd nagegaan. Het afzonderlijke en gezamenlijke effect van folie en gras werden getoetst. Bovendien werd nagegaan of een hoge gift varkensdrijfmest het effect kon verbeteren (zie onderstaand overzicht). De proef werd aangelegd in drievoud. Met kunstmatig besmette pantymonsters werd het effect op wratziekte en FOA nagegaan. Met grondmonsters werd het effect op wratziekte en *Verticillium dahliae* nagegaan. De hoeveelheid gras was bij het frezen ongeveer 52 ton/ha vers en 8 ton/ha ds. Het stikstofgehalte was 2,6% in de droge stof. Er werd zodoende 207 kg/ha stikstof in de bodem gebracht met een C/N-quotiënt van 16.

Factor Code	Factor Omschrijving	Niveau code	Niveau Omschrijving / instelling
F	Folie	F1	geen folie
		F2	barrièrefolie
G	Gras	G1	geen gras
		G2	wel gras
B	Behandeling	B1	geen mest
		B2	60 ton/ha varkensmest

In onderstaand overzicht is de samenstelling van de mest weergegeven. De proef lag vlak bij LAB632 (§3.1.6). Voor bodemanalyse is geen apart monster genomen.

	%	Kg/ha
Organische stof	6.3	3780
N-NH ₃	0.53	318
N-organisch	0.28	168
C/N-quotiënt	3	
koper	44.0 mg/kg	3
pH-H ₂ O	8.0	

3.1.9 Langjarig effect versnelde uitzieking (LAB631)

Op 15-10-02 werd op het proefperceel te Ysselsteyn een proefveld aangelegd om het langjarig effect van middel C op de uitzieking van wratziekte te bepalen. De proef werd in zesvoud aangelegd met de volgende objecten:

- 80 ton/ha in najaar 2002
- 20 ton/ha in najaar 2002
- 20 ton/ha in najaar 2002, 2003, 2004 en 2005
- 5 ton/ha in najaar 2002, 2003, 2004 en 2005
- onbehandeld

Bij aanleg van de proef werden kunstmatig besmette pantymonsters ingegraven. Op enkele tijdstippen (zie resultaten) werden grondmonsters genomen om het effect op de natuurlijke besmetting na te gaan.

Van de in het najaar van 2003 toegepaste middel C werd de samenstelling bepaald.

	samenstelling	Kg/ha bij 20 ton
N-totaal	6.9 %	1380
C/N-quotiënt	5	
P-totaal	1.4 %	288
K-totaal	0.7 %	143

3.1.10 Pantys bij rassenproeven

Bij de proeven beschreven in §2.1 'Versnelde uitzieking wratziekte bij 3 rassen fysio 1' (VP965R), 'Voorkomen wratziekte bij 5 rassen fysio 1' (LAB629) en 'Voorkomen wratziekte bij 5 rassen fysio 2/6' (LAB630) werden met het mengsel van de behandeling met grond en inoculum welke op de pootaardappel werd gelegd, ook pantymonsters gemaakt die in de aardappelrug werden ingegraven. Hiermee kon nagegaan worden wat het effect was van de behandeling op de doding van de sporangiën. De zakjes werden bij één ras in het veldje met de betreffende behandeling in een netto rug op poterdiepte gelegd vlak voor de scheiding met het volgende veldje. Bij de oogst van de proef werden deze zakjes opgegraven en gedetecteerd op het aantal sporangiën.

3.1.11 Vluchtige vetzuren in varkensdrijfmest

In een aantal veldproeven werd varkensdrijfmest toegepast. Volgens een verwijzing in Tenuta et al. (2002) zijn de niet-geïoniseerde vormen van vluchtige vetzuren toxisch bij een lage pH (in de bodem). In onderstaand overzicht gaat het dan vooral om C2 (acetic acid).

De monsters werden bij het nemen in een goed afsluitbare fles gedaan, die bijna helemaal werd gevuld. De flessen werden gekoeld getransporteerd en bewaard. De bepalingen werden uitgevoerd door Geert Meijer van WAU. Voor de analyse werd mierenzuur toegevoegd. De analyses werden uitgevoerd met een gaschromatograaf na o.a. centrifugeren.

Overzicht gehalte (mMol/l) aan vetzuren in varkensdrijfmest gebruikt in diverse proeven inclusief moleculair gewicht (Tenuta et al., 2002).

	Moleculair gewicht	proef							
		LAB 629	LAB 630	LAB632		VP	LAB633		LAB 634
				oppompen	toepassen		oppompen	toepassen	
C2 (acetic)	60,1	1.7	9.2	12.5	10.5	0	162.7	168.0	1.9
C3 (propionic)	74.1	0	2.6	3.7	3.6	0	58.1	59.0	0.9
i-C4 (isobutyric)	88.1	0	0.002	0.002	0.001	0	1.2	1.2	0
n-C4 (n-butyric)	88.1	0	0.5	0.1	0.1	0	68.3	67.4	0
b-C5 (isovaleric)	102.1	0.1	0.8	0.2	0.2	0	10.5	10.4	0
n-C5 (n-valeric)	102.1	0	0	0	0	0	2.2	2.1	0
C6 (n-caproic)	116.2	0	0	0	0	0	0.4	0.2	0
Totaal		1.8	13.1	16.6	14.3	0	303.4	308.4	2.8

mMol x moleculair gewicht = mg/l

3.2 Resultaten

3.2.1 Eerste pottenproef uitzieling (LAB474)

Om de invloed van de behandeling met middel C en met de combinatie van ureum + kopersulfaat op de sporangiëndichtheid na te gaan werden 5 maanden na aanleg grondmonsters genomen. De resultaten zijn in tabel 3.1 vermeld. De behandeling en de interactie tussen herkomst en behandeling hadden geen significant effect op het aantal sporangiën. Gemiddeld over de herkomsten leken er bij middel C en ureum + kopersulfaat iets minder sporangiën in de grond te zitten dan bij onbehandeld.

De Pf/Pi waarden in tabel 3.2 zijn berekend met de Pi's volgens het overzicht in §3.1.1. Voor alle herkomsten is de Pi dus niet op dezelfde wijze bepaald. Gemiddeld was de Pf/Pi bij middel C en bij ureum + kopersulfaat significant lager dan bij onbehandeld. Er was geen significant interactie-effect.

In tabel 3.3 zijn de resultaten van een pH bepaling weergegeven. Toevoeging van kopersulfaat met beide doseringen en van ureum + kopersulfaat met de hoge doseringen gaf een lage pH. Toevoeging van ureum met beide doseringen gaf een hoge pH.

Tabel 3.1. **Aantal sporangiën per gram grond (df 55; F-prob.-grond <0,001, LSD 13; F-prob.-behandeling 0,17, LSD 12; F-prob. interactie 0,2, LSD 23).**

behandeling	Herkomst grond				
	Bellingwolde	Ysselsteyn	Horst	Nieuw-Weerdinge	Gemiddeld
onbehandeld	43	6	45	39	33
middel C (8%)	43	2	23	32	25
ureum + CuSO ₄ (4% + 1,5%)	39	3	41	8	23
Gemiddeld	42	4	36	26	

Tabel 3.2. **Pf/Pi (%) (df 55; F-prob.-grond <0,001, LSD 32; F-prob.-behandeling 0,021, LSD 28; F-prob. interactie 0,067, LSD 56).**

behandeling	Herkomst grond				
	Bellingwolde	Ysselsteyn	Horst	Nieuw-Weerdinge	Gemiddeld
Onbehandeld	49	82	136	106	93
Middel C (8%)	50	26	69	88	58
ureum + CuSO ₄ (4% + 1,5%)	45	46	122	21	58
Gemiddeld	48	51	109	72	

Tabel 3.3. Resultaten pH-KCl bepaling in enkelvoud, 1-12-99.

behandeling	Herkomst grond				gemiddeld
	Bellingwolde	Gommers	Horst	Nieuw-Weerdinge	
CuSO ₄ (1,5%)	3,3	3,8	4,1	6,0	4,3
CuSO ₄ (0,3%)	3,7	4,9	5,1	3,9	4,4
ureum (4%)	8,8	7,9	-	8,8	8,3
ureum (0,8%)	9,0	9,1	8,2	8,3	8,7
ureum + CuSO ₄ (4% + 1,5%)	4,7	4,3	4,1	5,0	4,5
ureum + CuSO ₄ (0,8% +0,3%)	8,4	7,1	5,1	7,5	7,0

3.2.2 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 1 (LAB440)

De gecreëerde aanvangsbesmetting was met 11,9 sporangiën per gram grond beduidend lager dan de beoogde dichtheid van 100, waarop de toegevoegde hoeveelheid compostinoculum was gericht.

In tabel 3.4 zijn de effecten op het aantal sporangiën weergegeven. De dosering had als hoofdeffect of in combinatie met de andere factoren geen significant effect op het aantal sporangiën.

Bij de herkomst Venray was er alleen een significant verschil tussen het fungicide en het stalmestpoeder. Bij de herkomst Ysselsteyn werd met het fungicide en met ureum het beste resultaat behaald. Deze behandelingen verschilden niet significant met middel C, stalmestpoeder en ureum + kopersulfaat. Onbehandeld en kopersulfaat gaven de hoogste aantallen sporangiën, maar waren niet significant slechter dan zuiver middel C en stalmestpoeder.

Verschillende effecten tussen grondsoorten kunnen verwacht worden bij een verschil in pH. De omzetting van nitraat in andere stoffen wordt hierdoor beïnvloed. Tussen de twee grondsoorten was het verschil in pH echter beperkt, nl. 5,4 en 5,8.

In tabel 3.5 is het effect van de behandelingen op de pH van de grond op twee tijdstippen weergegeven. Middel C, stalmest en ureum met beide doseringen en ureum + kopersulfaat met de lage dosering gaven een verhoging van de pH. Zuiver middel C en kopersulfaat met beide doseringen en ureum + kopersulfaat met de hoge dosering gaven een verlaging van de pH.

Tabel 3.4. Aantal sporangiën per gram grond bij einde proef LAB440 (df 154; F-prob.-herkomst <0,001, LSD 0,7).

Behandeling gemiddeld over doseringen	Herkomst grond		Gemiddeld
	Ysselsteyn	Venray	
Onbehandeld	4,6	1,5	3,0
Middel C	2,4	1,1	1,7
Zuiver middel C	3,9	1,6	2,7
Kopersulfaat	4,4	1,6	3,0
Stalmestpoeder	2,9	0,7	1,8
Ureum	2,0	1,8	1,9
Ureum + kopersulfaat	2,1	1,3	1,7
Fungicide	1,6	2,8	2,2
F-prob.		0,021	0,17
LSD		1,8	1,3

Tabel 3.5. Resultaten pH-KCl op 4-1-01 (tussentijds) en op 22-3-01 (einde proef) in drievoud resp. zesvoud, gemiddeld over Ysselsteyn en Venray (df 62 resp. 154).

Behandeling (dosering bij hoog)	4-1-01			22-3-01		
	Hoog	laag	gemiddeld	Hoog	Laag	Gemiddeld
Onbehandeld	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Middel C (8 %)	8.7	7.0	7.9	8.4	6.6	7.5
Zuiver middel C (2 %)	4.9	5.1	5.0	4.7	5.1	4.9
Kopersulfaat (1,5 %)	4.5	5.0	4.8	4.7	4.9	4.8
Stalmestpoeder (8 %)	7.5	6.7	7.1	7.5	6.7	7.1
Ureum (4 %)	9.4	8.6	9.0	8.3	7.5	7.9
Ureum + kopersulfaat	4.7	8.7	6.7	5.0	7.8	6.4
Fungicide	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6
F-prob.	<0,001		<0,001	<0,001		<0,001
LSD	0.1		0,1	0.1		0,1

3.2.3 Pottenproef versnelde uitzieking fysio 2/6 (HLB2105)

De resultaten van de pottenproef met veenkoloniale zandgrond en dalgrond zijn weergegeven in tabel 3.6. De aanvangsbesmetting lag met 241 (Nieuw Weerdinge) en 72 (Bellingwolde) sporangiën per gram grond op een zeer hoog niveau.

Op beide herkomsten werd met zuiver middel C en met kopersulfaat geen daling verkregen ten opzichte van onbehandeld. Stalmestpoeder en het fungicide gaven bij Nieuw Weerdinge wel een duidelijke daling, maar hadden bij Bellingwolde geen effect. Middel C gaf bij beide herkomsten een sterke daling. Ureum en ureum + kopersulfaat gaven bij beide herkomsten de sterkste daling.

In tabel 3.7 is het effect van de behandelingen op de pH van de grond op twee tijdstippen weergegeven. Middel C, stalmest, ureum en ureum + kopersulfaat gaven een verhoging van de pH. Zuiver middel C en kopersulfaat gaven begin januari een beperkte verlaging van de pH.

Tabel 3.6. Aantal sporangiën per gram grond bij einde proef HLB2015 (df 48; F-prob.-herkomst <0,001, LSD 11).

Behandeling	Herkomst grond		Gemiddeld
	Nieuw Weerdinge	Bellingwolde	
Onbehandeld	270	24	147
Middel C	75	7	41
Zuiver middel C	259	27	143
Kopersulfaat	355	29	192
Stalmestpoeder	150	28	88
Ureum	3	0	2
Ureum + kopersulfaat	22	4	13
Fungicide	162	44	103
F-prob.	<0,001		<0,001
LSD	30		21

Tabel 3.7. Resultaten pH-KCl op 5-1-01 (tussentijds) en op 23-1-01 (einde proef) in enkelvoud, gemiddeld over Nieuw-Weerdinge en Bellingwolde.

Behandeling	05-01-2001	23-01-2001	Gemiddeld
Onbehandeld	5.2	5.1	5.1
Middel C	7.1	6.9	7.0
Zuiver middel C	4.8	5.1	4.9
Kopersulfaat	4.8	5.0	4.9
Stalmestpoeder	6.4	6.4	6.4
Ureum	7.2	6.7	7.0
Ureum + kopersulfaat	7.4	7.0	7.2
Fungicide	5.1	5.1	5.1

3.2.4 Oriëntatie afdekken (VP965A)

Bij beëindiging van de proef op 31-8-01 was de grond op de afgedekte veldjes tot 7 cm diepte zeer droog. Het vochtgehalte in de grond tot een diepte van 10 cm was bij de afgedekte veldjes 9,6% bij onbehandeld, 7,6% bij middel C en 8,4% bij ureum + kopersulfaat.

De gecreëerde Pi in de ingegraven monsters berekend met de hoeveelheid gemengd compostinoculum was 214 sporangiën per gram grond (uitgaande van een schatting van 14 % vocht in de grond). In de restanten van de mengsels grond – behandeling – compostinoculum werd een lagere Pi vastgesteld (zie tabel 3.8).

De variatie in deze Pi's kan veroorzaakt zijn door heterogeniteit van het compostinoculum, heterogeniteit van het mengen van het inoculum door de grond en/of door een bemonsteringsfout. Uit ander onderzoek is bekend dat nooit alle sporangiën uit compostinoculum toegevoegd aan grond teruggevonden worden.

Het afdekken had bij onbehandeld en bij middel C ten opzichte van niet afdekken als resultaat dat het aantal sporangiën op een veel hoger niveau lag (tabel 3.8). De droge omstandigheden onder de afdekfolie hebben blijkbaar geleid tot een sterke vermindering van de natuurlijke uitzieling. Dit kan te maken hebben met het feit dat wrastiektesporangiën kiemen onder vochtige omstandigheden.

Het aantal sporangiën was bij middel C bij wel en bij niet afdekken lager dan bij onbehandeld. De middel C heeft dus enig effect gehad op een vermindering van de besmetting.

Met ureum + koper werd bij wel afdekken geen verschil geconstateerd met onbehandeld. Bij niet afdekken lag het aantal sporangiën op hetzelfde niveau als bij wel afdekken en hoger dan bij onbehandeld. De natuurlijke uitzieling werd blijkbaar verminderd. De doseringen van 750 kg/ha ureum + 250 kg/ha kopersulfaat-pentahydraat komen bij een inwerkdiepte van 10 cm en een s.g. van de grond van 1,3 overeen met percentages van 0,06 resp. 0,02. Dit is veel lager dan waarmee in potproeven en bij knolbehandelingen werd gewerkt. Hiermee kan verklaard worden dat er geen effect was. Vreemd blijft echter het feit dat er geen verschil meer was tussen wel en niet afdekken.

Op het niet afgedekte veldje met middel C groeide geen onkruid, terwijl er op de andere twee niet afgedekte veldjes veel onkruid groeide. In 2002 werden geen fytoxische verschijnselen aan de aardappelen waargenomen. Op de voormalige middel C veldjes was het gewas iets groener en zwaarder.

Tabel 3.8 Invloed van wel of niet afdekken en van behandelingen aangelegd op 22-6-01 op het totaal aantal sporangiën per gram grond bemonsterd op 31-8-01 en op de variatiecoëfficiënt berekend over 5 monsters; aanvangsbesmetting bepaald na aanbrengen product.

product (dosering in kg/ha)	Aanvangs- besmetting	aantal sporangiën		variatioecoëfficiënt	
		niet afdekken	wel afdekken	niet afdekken	wel afdekken
onbehandeld	80	23	60	21	17
middel C (20.000)	59	16	46	39*	22
Ureum + kopersulfaat (750 + 250)	104	61	61	13	16

* 1 ontbrekend monster

3.2.5 Versnelde uitzieling in aardappelruggen (VP965U)

In tabel 3.9 zijn de resultaten van de variantieanalyse op het aantal sporangiën per gram grond weergegeven. De variation rate geeft de zwaarte c.q. waarde van de F-prob. aan. LSD's voor vergelijking bij

zelfde niveau van 'x' waren ongeveer even groot en zijn daarom niet weergegeven.

De dosering van de behandelingen gaf geen belangrijke effecten. Tegenover de F-prob. voor een interactie-effect van D staat altijd een F-prob. die kleiner is als D niet meegenomen is.

In tabel 3.10 zijn de resultaten van de hoofdeffecten en interacties van behandeling, herkomst grond en periode weergegeven. Bij de behandelingen B1, B2, B6 en B7 werden de laagste aantallen sporangiën gevonden. Bij B4 werd verreweg het hoogste aantal gevonden. Bij G1 waren de resultaten in verhouding hetzelfde. Bij G2 werd ook een laag aantal gevonden bij B8, terwijl bij B6 en B7 het aantal in verhouding niet zo laag was.

De monsters opgegraven op P2 lieten een lager aantal sporangiën zijn dat de monsters opgegraven op P1. Bij B4 was de daling in absolute zin het sterkst. Relatief gezien was de daling het sterkst op de objecten B1 en B4. Juist op object B4 was de sporangiëndichtheid zelfs op P2 het hoogst. Ook op de objecten B3 en B8 was er sprake van een significante daling.

Tabel 3.9. **Variantieanalyse.**

	aantal monsters	variation rate	F-prob.	LSD
B (behandeling)	40	38	<0,001	1.8
D (dosering)	160	2	0.18	0.8
B x D	20	4	0.004	2.4
G (grondsoort)	160	1097	<0.001	0.8
B x G	20	37	<0.001	2.4
D x G	80	1	0.3	1.1
B x D x G	10	3	0.012	3.3
P (periode)	160	40	<0.001	0.9
B x P	20	6	<0.001	2.5
D x P	80	4	0.043	1.2
G x P	80	29	<0.001	1.2
B x D x P	10	2	0.036	3.5
B x G x P	10	5	<0.001	3.5
D x G x P	40	3	0.069	1.7
B x D x G x P	5	2	0.1	4.9

Tabel 3.10. **Aantal sporangiën per g grond gemiddeld over de twee doseringen.**

	G: G1. Ysselsteyn		G2. Venray		Gemiddeld		G1 Gem.	G2 Gem.	Gem. Gem.
	P: P1. 4	P2. 11	P1. 4	P2. 11	P1. 4	P2. 11			
B1. controle	15,5	7,0	1,2	1,0	8,3	4,0	11,2	1,1	6,2
B2. ruw chit	13,5	10,3	1,5	0,7	7,5	5,5	11,9	1,1	6,5
B3. zuiver C	18,0	11,8	1,9	2,3	10,0	7,1	14,9	2,1	8,5
B4. koper	40,8	23,5	4,0	2,3	22,4	12,9	32,2	3,1	17,6
B5. mest	14,1	10,5	1,9	1,4	8,0	6,0	12,3	1,7	7,0
B6. ureum	8,2	12,1	2,1	2,0	5,2	7,0	10,1	2,0	6,1
B7. B6+B4	11,0	9,7	2,0	1,6	6,5	5,7	10,4	1,8	6,1
B8. fungici.	18,4	11,7	1,4	1,2	9,9	6,5	15,0	1,3	8,2
Gem.	17,4	12,1	2,0	1,6	9,7	6,8	14,8	1,8	8,3

In tabel 3.11 is de daling van de sporangiëndichtheid in de periode tussen het opgraven van de P1 monsters en de P2 monsters weergegeven. Alleen de significante effecten zijn weergegeven. Herkomst grond en de interacties met herkomst grond gaven geen significante effecten. Bij B1 (onbehandeld), B2 (middel C) en B4 (kopersulfaat) was de daling het sterkste. Doordat bij de hoge dosering (D1) de behandelingen B5 en B6 een stijging vertoonden tussen P1 en P2, werd bij D1 gemiddeld een stijging verkregen terwijl er bij de lage dosering wel een daling optrad. De stijging kan veroorzaakt zijn doordat het aan de monsters toegevoegde compostinoculum niet in gelijke mate bij de P1 en de P2 monsters terechtgekomen is. Van de monsters van 600 g voor bepaling van de besmetting werd ongeveer 400 g verwerkt met de centrifuge. Hiermee kan dus slechts een beperkte fout zijn ontstaan.

Tabel 3.11. **Daling van de sporangiëndichtheid tussen P1 en P2 uitgedrukt als $P2/P1 \cdot 100$ % (F-prob.-behandeling = 0,002, LSD = 53; F-prob.-dosering = 0,004, LSD = 25; F-prob.-behandeling x dosering = 0,002, LSD = 72).**

	dosering		Gem.
	D1. hoog	D2. laag	
B1. controle	70	69	69
B2. ruw chit	101	36	68
B3. zuiver C	107	106	106
B4. koper	72	66	69
B5. mest	132	90	111
B6. ureum	288	79	183
B7. B6+B4	78	91	84
B8. fungici.	81	84	82
Gem.	116	78	97

Bij de hoge dosering werden er gemiddeld over de gehele proef 8,3 sporangiën per gram grond gevonden. Bij de lage dosering was dit slechts een fractie hoger: 8,6. Bij een variantieanalyse zonder de hoge dosering (tabel 3.12 en 3.13) werd bij de herkomst Ysselsteyn (G1) bij de objecten B2 en B6 een significant lager aantal sporangiën gevonden. Verder opgesplitst naar periode werd bij P1G1 bij de behandelingen B2, B6 en B7 een significant lager aantal sporangiën gevonden. Gemiddeld over herkomst en periode waren er geen behandelingen met een significant lager aantal sporangiën dan onbehandeld. Bij behandeling B2 werd het laagste aantal sporangiën gevonden.

Tabel 3.12. **Variatieanalyse exclusief hoge dosering.**

	aantal monsters	variation rate	F-prob.	LSD
B (behandeling)	20	29	<0,001	1,8
G (grondsoort)	80	976	<0,001	0,9
B x G	10	28	<0,001	2,5
P (periode)	80	60	<0,001	1,0
B x P	10	2	0,065	2,6
G x P	40	45	<0,001	1,3
B x G x P	5	2	0,040	3,7

Tabel 3.13. **Aantal sporangiën per gram grond bij D2 (lage dosering).**

	G: G1. Ysselsteyn		G2. Venray		Gemiddeld		G1 Gem.	G2 Gem.	Gem. Gem.
	P: P1. 4	P2. 11	P1. 4	P2. 11	P1. 4	P2. 11			
B1. controle	17,6	7,3	1,3	1,0	9,5	4,2	12,5	1,2	6,8
B2. ruw chit	13,7	6,3	1,5	0,4	7,6	3,3	10,0	0,9	5,5
B3. zuiver C	19,0	10,3	2,0	2,6	10,5	6,5	14,7	2,3	8,5
B4. koper	36,6	23,6	3,0	1,7	19,8	12,7	30,1	2,4	16,2
B5. mest	20,6	12,0	1,7	1,8	11,1	6,9	16,3	1,7	9,0
B6. ureum	11,0	8,4	3,2	1,9	7,1	5,1	9,7	2,5	6,1
B7. B6+B4	12,7	12,2	3,0	2,2	7,8	7,2	12,4	2,6	7,5
B8. fungici.	19,2	13,3	1,4	1,3	10,3	7,3	16,3	1,3	8,8
Gem.	18,8	11,7	2,1	1,6	10,5	6,6	15,2	1,9	8,6

3.2.6 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 1 (LAB632)

In tabel 3.14 zijn de resultaten weergegeven van de analyse op wratziektesporangiën van de pantymonsters. Geen van de behandelingen gaf ten opzichte van onbehandeld een vermindering van het aantal sporangiën.

In tabel 3.15 zijn de resultaten weergegeven van de grondmonsters. Alleen in de monsters van september '02 werd een significant effect gevonden na covariantie-analyse met beginbesmetting als covariabele. Ureum had hier een significant lagere sporangiëndichtheid dan onbehandeld. Later werd dit effect niet

terugggevonden.

Tabel 3.14. **Aantal sporangiën per gram grond (ds) in pantymonsters bij aanleg op 24-7-02 na aanbrengen behandeling en na opgraven op 19-11-02 en de Pf/Pi (%).**

	Pi 24-7-02	Pf 19-11-02	Pf/Pi
Onbehandeld	16.8	3.3 A	19 ab
Ureum	13.6	4.7 Ab	35 c
Ureum + CuSO ₄	20.6	5.6 B	27 bc
Varkensdrijfmest	17.1	5.5 B	32 c
Stalmestpoeder	18.7	3.4 A	18 a
F-prob.		0.013	0.003
LSD		1.5	8

Tabel 3.15. **Aantal sporangiën per gram grond (ds) in grondmonsters één dag voor aanleg (23-7-02) en op enkele latere tijdstippen zonder en met de Pi als covariabele.**

	23-7-02	Ong. 30-9-02		Ong. 11-2-03		13-8-03	
	Pi	Pf	Pf cova-Pi	Pf	Pf cova-Pi	Pf	Pf cova-Pi
Onbehandeld	0.26	0.18	0.18 bc	0.26	0.27	0.12	0.13
Ureum	0.50	0.17	0.07 a	0.74	0.32	0.38	0.24
Ureum + CuSO ₄	0.28	0.12	0.12 ab	0.22	0.20	0.17	0.16
Varkensdrijfmest	0.10	0.16	0.23 c	0.15	0.46	0.14	0.25
Stalmestpoeder	0.21	0.09	0.12 ab	0.19	0.30	0.14	0.18
F-prob.	0.3	0.8	0.027	0.5	0.4	0.4	0.3
LSD			0.09				

3.2.7 Versnelde uitzieking volvelds bij fysio 2/6 (LAB633)

In tabel 3.16 zijn de resultaten weergegeven van de analyse op wratziektesporangiën van de grondmonsters. De behandelingen gaven geen verlaging van de sporangiëndichtheid ten opzichte van onbehandeld. Op 4-9-03 werd bij alle behandelingen een hoger aantal sporangiën gevonden dan op 3-3-03 en in een enkel geval was dit aantal zelfs hoger dan wat gedetecteerd werd op 21-10-02 of 25-7-02. Blijkbaar zijn er in de loop van de tijd sporangiën vrijgekomen uit wratweefsel wat bij het begin van de proef nog niet goed verteerd was.

Tabel 3.16. **Aantal sporangiën per gram grond (ds) in grondmonsters bij aanleg op 25-7-02 en op enkele latere tijdstippen zonder en met de Pi als covariabele.**

	25-7-02	21-10-02		3-3-03		4-9-03	
	Pi	Pf	Pf cova-Pi	Pf	Pf cova-Pi	Pf	Pf cova-Pi
Onbehandeld	5.4	3.7	3.6	2.7	2.7	5.0	5.0
Ureum	4.8	5.4	5.4	2.7	2.7	4.4	4.4
Ureum + CuSO ₄	4.7	5.4	5.4	3.5	3.5	3.9	3.9
Varkensdrijfmest	3.8	3.1	3.3	2.8	3.0	5.7	5.8
Stalmestpoeder	5.1	4.1	4.0	2.9	2.8	4.0	3.9
F-prob.	0.9	0.2	0.2	0.6	0.5	0.5	0.5

3.2.8 Effect BGO en mest (LAB634)

3.2.8.1 Wratziekte

Pantymonsters

Bij het maken van de Pi van de pantymonsters werd rekenkundig een besmetting gemaakt van 143 sporangiën per gram grond. Per object werden de monsters gemengd met inoculum en werd de Pi gecontroleerd. Uit tabel 3.17 blijkt dat de werkelijk gecreëerde Pi aanzienlijk lager was dan de berekende / geplande Pi en dat er tussen de objecten vrij grote verschillen waren ontstaan.

Bij het maken van de monsters was de folie nog niet aangebracht. Zodoende was het mogelijk om op de

monsteruitslagen een variantieanalyse uit te voeren met folie als blokfactor. Uit deze analyse blijkt dat "wel mest" een bijna significant lager aantal sporangiën gaf dan "geen mest". De conclusie lijkt dus gerechtvaardigd dat de mest al een effect heeft gehad op de sporangiën voor dat de telling werd uitgevoerd. De monsters ter bepaling van de Pi werden direct na het mengen met inoculum en het vullen van de panty's op vrijdag 6 september in een koelbox opgeslagen en 's avonds in een koelcel bij 4 à 5°C geplaatst. Op maandag 9 september werden de submonsters gemaakt die in een droogstoof bij 30 à 35°C werden gezet. Blijkbaar heeft de mest dus effect heeft gehad op de sporangiën tussen het maken van de monsters totdat de monsters goed droog waren. Door dit effect kon de Pf/Pi niet berekend worden. De pantymonsters werden 74 dagen na aanleg van de proef uit de grond gehaald. In tabel 4.3.18 zijn de resultaten weergegeven met in tabel 4.3.19 de bijbehorende variantieanalyse. Bij de combinatie geen folie – geen gras – geen mest was door natuurlijke uitzieling het aantal sporangiën gedaald van 29,1 naar 5,0. De factoren folie en gras hadden een sterk effect op het aantal sporangiën. Na toepassing van folie en na toepassing van gras waren er meer sporangiën aanwezig dan zonder folie of zonder gras. Er was sprake van een betrouwbare interactie tussen folie en gras. De negatieve effecten van de twee factoren op vermindering van de natuurlijke uitzieling versterkten elkaar. Tussen gras, mest en folie was sprake van interactie.

Het bij de Pi bepaling gevonden snelle effect van de mest op het aantal sporangiën werd bij de eindbepaling niet meer teruggevonden. Blijkbaar werd de snelheid van uitzieling tijdelijk beïnvloed door de mest, maar is er uiteindelijk geen effect ten opzichte van de daling bij geen mest.

Tabel 3.17. **Pi van de panty's na toepassing mest (F-prob gras 0,6).**

	Geen folie		Wel folie		Gemiddeld		Gem.
	Geen gras	Wel gras	Geen gras	Wel gras	Geen gras	Wel gras	Gem.
Geen mest	29,1	29,4	25,4	30,0	27,2	29,7	28,5
Wel mest	24,4	19,7	6,3	14,3	15,3	17,0	16,2
F-prob.					0,9		0,055
LSD							12,8

Tabel 3.18. **Aantal sporangiën per gram grond in pantymonsters uit de grond gehaald op 19-11-02.**

	Geen folie			Wel folie			Gem.
	Geen gras	Wel gras	Gem.	Geen gras	Wel gras	Gem.	
Geen mest	4.95	7.71	6.33	9.33	13.90	11.62	8.97
Wel mest	5.64	7.91	6.78	4.82	15.30	10.06	8.42
Gem.	5.30	7.81	6.55	7.07	14.60	10.84	8.70

Tabel 3.19. **Resultaat variantieanalyse behorend bij tabel 4.3.18.**

	F-prob.	LSD
Folie	<0.001	1.54
Gras	<0.001	1.54
Mest	0.5	1.54
Folie* gras	0.004	2.18
Folie * mest	0.19	2.18
Gras * mest	0.081	2.18
Folie * gras * mest	0.043	3.09

Grondmonsters

Kort voor het infrezen van het gras en de verdere aanleg van de proef werden op 4-9-02 grondmonsters genomen voor bepaling van de Pi (tabel 3.20). Met variantieanalyse met alleen de factor gras werd geen significant effect gevonden van het tot dan geteelde gras (F-prob. 0,6). De verschillen in Pi tussen alle objecten waren bij aanvang van de proef relatief groot.

Op 4-9-02 en op 13-8-03 werden grondmonsters genomen om het effect van de behandelingen op de sporangiëndichtheid na te gaan. Zowel zonder als met de Pi (aanvangsbesmetting) als covariabele werden geen significante effecten gevonden. In tabel 3.21 worden daarom alleen de hoofdeffecten weergegeven.

Op 19-11-02 werden gemiddeld over de gehele proef 0,29 sporangiën per gram grond gevonden. Op 13-8-03 waren dat er nog 0,15.

Droogte van de grond onder de folie, zoals bij de proef oriëntatie afdekken (§3.2.4), heeft in deze proef geen rol gespeeld bij remmende effecten op de natuurlijke uitzieling. Aan het einde van de proef was het vochtgehalte van de grond onder de folie 16% en zonder folie 18%.

Tabel 3.20. **Pi grondmonsters genomen op 4-9-02 voor toepassing mest.**

	Geen folie		Wel folie	
	Geen gras	Wel gras	Geen gras	Wel gras
Geen mest	0.05	0.85	0.26	0.09
Wel mest	0.32	0.23	0.31	0.09

Tabel 3.21. **Aantal sporangiën per gram grond op 19-11-02 en op 13-8-03 zonder en na covariantieanalyse op Pi.**

Covariabele	Hoofdeffect	19-11-02			13-08-03		
		Geen	Wel	F-prob.	Geen	Wel	F-prob.
Geen covariabele	Folie	0.36	0.21	0.5	0.11	0.18	0.4
	Gras	0.22	0.35	0.5	0.17	0.12	0.5
	Mest	0.40	0.18	0.3	0.11	0.18	0.3
Pi als covariabele	Folie	0.26	0.32	0.5	0.10	0.19	0.2
	Gras	0.27	0.31	0.6	0.18	0.11	0.4
	Mest	0.35	0.23	0.078	0.10	0.19	0.2

3.2.8.2 *Verticillium dahliae* en *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi*

Het is bekend dat *Verticillium dahliae* (Vd) met BGO goed bestreden kan worden. Om na te gaan of de BGO op zich goed heeft gewerkt, werd daarom na uitvoering van de proef de besmetting met Vd bepaald (tabel 3.22). Het toepassen van folie gaf een bijna significante daling van Vd en gras gaf een significante daling. De mest en de interacties hadden geen betrouwbaar effect. Gemiddeld over geen en wel mest daalde het aantal sclerotiën van 1193 naar 308 per 10g grond door toepassing van BGO; een daling van 74 %. De BGO heeft op het proefveld dus redelijk goed gewerkt. In ander onderzoek werden sterkere effecten gevonden.

Tevens werd met pantymonsters nagegaan of BGO effect heeft op *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi*. Uit de resultaten vermeld in tabel 3.23 blijkt dat de afzonderlijke factoren geen invloed hadden op de hoeveelheid *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi*. Tevens was er geen sprake van een betrouwbare interactie tussen de factoren. Mogelijk heeft de late toepassing van BGO in september tot een lage doing van FOA geleid.

Tabel 3.22. **Hoofdeffect van de drie factoren bij het aantal sclerotiën van *Verticillium dahliae* per 10 g grond op 19-2-03.**

	geen	Wel	F-prob.	LSD
Folie	989	676	0.084	361
Gras	1118	547	0.004	361
Mest	900	764	0.4	361

Tabel 3.23. **Hoofdeffect van de drie factoren bij een biotoets *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi* (0 – 0,5 = geen tot weinig aantasting) bemonsterd op 19-2-03.**

	geen	Wel	F-prob.	LSD
Folie	0.38	0.33	0.19	0.08
Gras	0.37	0.34	0.5	0.08
Mest	0.38	0.33	0.14	0.08

3.2.9 Langjarig effect versnelde uitzieking (LAB631)

Pantymonsters

Bij het aanmaken van de pantymonsters werd na toevoeging van eventueel middel C en een afgewogen hoeveelheid inoculum een monster genomen om de aanvangsbesmetting te controleren. Uit deze Pi bepalingen op 15-10-02 en op 1-10-03 blijkt dat de behandeling al een effect heeft gehad voor dat de bepaling daadwerkelijk plaatsvond. Op 15-10-02 werd bij 80 ton middel C het laagste aantal sporangiën gevonden (tabel 3.24). Op 1-10-03 waarbij op twee van de objecten opnieuw middel C werd toegediend, werd bij het 0 object het hoogste aantal gevonden.

Bij de Pf bepaling op 18-3-03 werd een duidelijk effect geconstateerd van de middel C, waarbij 80 ton betrouwbaar beter werkte dan 5 en 20 ton. Uit de Pf bepaling op 7-4-04 bleek dat de opnieuw toegepaste 20 ton middel C beter werkte dan opnieuw 5 ton. Het verschil tussen opnieuw 5 ton en éénmalig 80 ton was niet significant, naar het verschil met 0 en éénmalig 20 ton was wel significant.

Tabel 3.24. **Aantal sporangiën per g grond in pantymonsters bij ingraven en uithalen van de monsters, proef aangelegd op 15-10-02 te Ysselsteyn (fysio 1); Pi bepaald na toepassing middel C.**

.. ton/ha middel C op		Seizoen '02/'03		Seizoen '03/'04	
15-10-02	1-10-03	Pi 15-10-02	Pf 18-3-03	Pi 1-10-03	Pf 7-4-04
0		31	39 c	51	13 c
5	5	35	25 b	41	9 b
20		32	25 b	46	15 c
20	20			37	4 a
80		19	12 a	33	11 bc
F-prob.			<0.001	<0.001	
LSD			5	4	

Grondmonsters

Bij aanleg van de proef was er een vrij groot verschil tussen de veldjes wat betreft de besmetting met wratziekte (tabel 3.25).

Bij bemonstering een half jaar na aanleg werden bij 5 en bij 20 ton per ha iets minder sporangiën gevonden dan bij onbehandeld, terwijl bij 80 ton per ha een sterke daling van de besmetting was opgetreden (tabel 3.6). Tussen de eerste en tweede bemonstering is er bij onbehandeld een sterke daling opgetreden. Bij 5 en bij 20 ton per ha was de daling beperkt, zodat deze hoeveelheden op hetzelfde niveau uitkwamen als onbehandeld. De daling bij 80 ton per ha was gering, maar het aantal gevonden sporangiën was duidelijk lager dan bij onbehandeld. In het najaar van 2003 zijn de hoeveelheid van 5 en 20 ton per ha opnieuw toegepast. In het voorjaar van 2004 werd bij onbehandeld, 5 + 5 en bij 20 ton per ha een significant hoger aantal sporangiën gevonden dan bij 80 ton per ha. 20 + 20 ton per ha nam een tussenpositie in. In het najaar van 2004 werd bij 80 ton per ha het laagste aantal sporangiën geconstateerd, waarbij het verschil met 5 + 5 en 20 ton per ha significant was. De verschillen tussen de vier overige objecten waren onderling niet significant.

In het voorjaar van 2003 werd bij 20 en 80 ton per ha minder onkruid (met name muur) gevonden dan bij onbehandeld. In juni 2003 werd in de geteelde zomergerst op de objecten waar 20 en 80 ton per ha middel C was toegediend meer legering waargenomen dan op de andere objecten.

Tabel 3.25. **Aantal sporangiën per gram grond bij bemonstering op 8-4-03, 1-10-03, 7-4-04 en 13-10-04, proef aangelegd op 15-10-02 te Ysselsteyn (fysio 1).**

.. ton/ha middel C op		Pi	8-4-03			1-10-03			7-4-04		13-10-04	
15-10-02	1-10-03	15-10-02	Pf	Pf cova	Pi	Pf	Pf cova	Pi	Pf	Pf cova	Pi	
0		10.3	12.0	10.9		4.5	3.9		3.4	2.9	1.14	0.94
5	5	7.8	7.3	7.3		4.1	4.1		2.5	2.5	1.28	1.28
20		5.9	8.2	9.1		3.0	3.4		2.3	2.7	1.28	1.43
20	20	4.0	7.0	8.8		3.6	4.5		1.4	2.2	0.64	0.94
80		10.9	3.3	1.8		2.6	1.9		1.7	1.0	0.73	0.48
F-prob.		0.4	0.17	0.026		0.8	0.5		0.4	0.026	0.5	0.096
LSD		9.3	6.9	5.5		3.8	3.3		2.2	1.2	1.02	0.71

3.2.10 Pantys bij rassenproeven

Rassenproef Ysselsteyn 2001 (VP965R)

Na het maken van de grond-behandeling-inoculum mengsels werden de restanten na het vullen van de pantys gebruikt om de Pi te bepalen. Nog dezelfde dag werden de monsters in de droogstoof geplaatst bij 30°C. Bij middel C was de Pi opvallend lager dan bij de overige objecten. Oorzaak kan zijn een andere sporangiëndichtheid in het inoculum, een niet representatief monster van het mengsel, een niet representatief submonster voor bepaling van de dichtheid of een effect van de middel C.

De Pf was bij middel C niet significant, maar wel aanmerkelijk lager dan bij de andere objecten (tabel 3.26). Niet rekening houdend met een mogelijk verschil in Pi, gaf middel C ten opzichte van onbehandeld een doding van 80%.

Tabel 3.26. **Aantal sporangiën per g grond in monsterzakjes bij aanvang en bij beëindiging veldproef; Pi bepaling na toepassing behandeling.**

	Pi 10-5-01	Pf 31-8-01
Onbehandeld	25,8	11,6
Middel C	12,6	2,3
Ureum + kopersulfaat	19,8	8,0
Fungicide	24,6	8,1
F-prob.		0,13
LSD		8,0

Rassenproef Ysselsteyn 2002 (LAB629)

De monster genomen voor bepaling van de Pi na het mengen van grond, behandeling en inoculum werden de volgende dag in de droogstoof geplaatst. Bij middel C werd het laagste aantal gevonden. Mogelijk heeft de middel C al een effect op de sporangiën gehad voor het in de droogstoof plaatsen of tijdens de eerste dagen van het drogen. Bij de Pf werd geen verschil tussen onbehandeld en middel C gevonden (tabel 3.27). Bij ureum + kopersulfaat werd het hoogste aantal sporangiën gevonden. Het effect was echter niet significant en de Pi was bij deze behandeling mogelijk hoger dan bij de andere behandelingen.

Tabel 3.27. **Aantal sporangiën per g grond in monsterzakjes bij aanvang en bij beëindiging veldproef; Pi bepaling na toepassing behandeling.**

	Pi 13-5-02	Pf 12-9-02
Onbehandeld	7,7	1,6
Middel C	3,2	1,7
Ureum + kopersulfaat	12,8	4,2
Varkensdrijfmest		2,5
F-prob.		0,10
LSD		2,3

Rassenproef Smilde 2002 (LAB630)

De monster genomen voor bepaling van de Pi na het mengen van grond, behandeling en inoculum werden de volgende dag in de droogstoof geplaatst. De verschillen tussen de Pi's waren groot. Wellicht werd het inoculum niet goed door de grondbehandeling gemengd of werd geen representatief monster genomen. Bij de Pf bepaling werd geen significant verschil tussen de behandelingen gevonden (tabel 3.28). De Pf was bij onbehandeld iets hoger als de Pi, hetgeen vooral duidt op onbetrouwbaarheid van de Pi. Voor de bepaling van de Pi werd per behandeling 200 g grond verwerkt, voor de bepaling van de Pf 1200 g.

Tabel 3.28. **Aantal sporangiën per g grond in monsterzakjes bij beëindiging veldproef.**

	Pi 16-5-02	Pf 19-9-02
Onbehandeld	21	24
Middel C	98	25
Ureum + kopersulfaat	72	25
Varkensdrijfmest		16
F-prob.		0,6
LSD		20

Bij de drie proeven werd alleen in de proef 2001 een daling ten opzichte van onbehandeld gevonden door de toepassing van middel C. Het verschil met een volveldsbehandeling is dat de monsterzakjes omgeven worden door onbehandelde grond. Het werkingsmechanisme kan door de onbehandelde omgeving verdund zijn, waardoor de werking minder is dan in een pottenproef of een volveldsbehandeling. Het gunstige effect van middel C en ureum + kopersulfaat op het verminderen van een aantasting van aardappelplanten lijkt niet of slecht in beperkte mate door doding van sporangiën verkregen te worden.

3.2.11 Vluchtige vetzuren in varkensdrijfmest

In de proeven waarin varkensdrijfmest volvelds werd toegepast (LAB632, LAB633 en LAB634) werd middels grondmonsters geen effect op het aantal sporangiën geconstateerd. Alleen in LAB633 was het gehalte aan acetic acid hoog (zie overzicht in §3.1.11). In alle proeven was de pH laag genoeg om volgens Tenuta et al. (2002) een effect te verkrijgen. Wel werd in LAB634 in de Pi bepaling van de ingegraven pantymonsters een effect van de mest op vermindering van het aantal wratziektesporangiën geconstateerd. In deze proef was het gehalte aan acetic acid echter zeer laag. Het effect werd bij de Pf bepaling in de pantymonsters niet teruggevonden. Ook had de mest geen significant effect op Verticillium, wat volgens Tenuta et al. (2002) juist een organisme is waarop van vluchtige vetzuren een effect te verwachten is. Het bij de Pi bepaling gevonden effect op wratziekte kan dus niet door vluchtige vetzuren veroorzaakt zijn.

4 Economisch effect van maatregelen ter verlaging van de wratziekte besmetting

Auteurs: Joanneke Spruijt-Verkerke (PPO) en Johan Wander (PPO)

4.1 Inleiding

Voor verschillende situaties worden de economische effecten berekend:

1. Na besmetverklaring van een perceel is 20 jaar lang geen aardappelteelt meer mogelijk.
2. Versnelde verlaging bodembesmetting m.b.v. 2 volvelds middel C toepassingen na besmetverklaring van een perceel, waarbij na 5 jaar weer aardappelteelt mogelijk is.
3. Perceel is besmet, maar niet besmet verklaard. Er wordt middel C toegepast om verdere besmetting te voorkomen.

Deze situaties worden zowel voor een bouwplan in het Zuid Oostelijk zandgebied als in de Veenkoloniën onderzocht. In het Zuid Oosten gaat het om een 1:4 vruchtwisseling met consumptieaardappelen, suikerbieten, snijmais, triticale, peen, en conservenerwten met als nateelt stamslabonen. Het bouwplansaldo bedraagt € 1.627,- per ha. In de Veenkoloniën zijn de berekeningen uitgevoerd met een 1:3 bouwplan met zetmeelaardappelen, suikerbieten en granen. Hier is het bouwplansaldo € 1.124,- per ha. (De saldo's zijn gebaseerd op KWIN, 2002).

4.2 Resultaten

4.2.1 Beëindiging aardappelteelt (situatie 1):

Op het besmette perceel kunnen minimaal 20 jaar geen aardappelen verbouwd worden. Bij de berekening van het economische gevolg is er vanuit gegaan dat in de Veenkoloniën dan relatief meer graan geteeld wordt en in het Zuid Oosten zowel meer graan als meer mais en groenten. Het is niet aannemelijk dat er relatief meer suikerbieten geteeld zullen worden, omdat er dan quotum bijgekocht moet worden. Waarschijnlijk zal een ondernemer in zo'n situatie op zoek gaan naar beter salderende gewassen, maar dergelijke aanpassingen in de bedrijfsstrategie zijn hier niet meegenomen. Na 20 jaar wordt er een vrijverklaring aangevraagd. De kosten hiervan bedragen volgens de Plantenziektkundige Dienst ca. € 341,- per ha.

In het Zuid Oosten neemt het bouwplansaldo voor het besmette perceel gedurende 20 jaar met € 207,- per ha af en in de Veenkoloniën met € 27,- (tabel 4.1).

Tabel 4.1. **Bouwplansaldo in twee teeltgebieden in de uitgangssituatie en in situatie 1.**

	uitgangssituatie	situatie 1
bouwplansaldo ZO	€ 1.627,-/ha	€ 1.420,-/ha
bouwplansaldo Veenkoloniën	€ 1.124,-/ha	€ 1.097,-/ha

4.2.2 Versneld uitzieken (situatie 2)

In situatie 2 wordt er 5 jaar na besmetting een vrijverklaring aangevraagd, zodat er weer resistente aardappelrassen verbouwd kunnen worden. De kosten hiervan bedragen volgens de Plantenziektkundige Dienst ca. € 909,- per ha.

Er wordt in de uitziekingsperiode 2 maal 20 ton/ha middel C aangebracht. De kosten voor deze behandeling bedragen € 5.193,- per ha (middel C kost ca. € 0,25/kg, het loonwerkstarief voor verspreiden en infrezen is resp. € 91,- en € 102,- per ha).

Bij toepassing van middel C wordt er 1200 kg stikstof per ha aangebracht. Hierdoor is er geen stikstofbemesting in de betreffende teelt nodig. Omdat het product snel wordt afgebroken, wordt er vanuit gegaan dat er geen stikstofnawerking in de daaropvolgende teelt meer is. Door de hoge stikstofgift ontstaat een MINAS N-overschot. Er is gerekend met een MINAS heffing van € 2,30 per kg stikstof per ha voor niet droge zandgronden (norm is 265 kg N/ha).

De middel C wordt 2 maal in de 5 jaar toegepast. Dit kan in het najaar (situatie 2a), in het late voorjaar waarbij het besmette perceel wordt braakgelegd (situatie 2b) of in het vroege voorjaar waarbij er geschat 20% opbrengstderving is (situatie 2c). Vermoedelijk is de toepassing in het late voorjaar meer effectief dan de andere tijdstippen.

Bij versneld uitzieken neemt het saldo op het besmette perceel gedurende 5 jaar met ruim € 1.000,- af (tabel 4.2), waarna er naar verwachting weer resistente rassen geteeld kunnen worden en het saldo weer op het oorspronkelijke niveau zal liggen. Van de verschillende uitziekingsmethoden is 2 maal in de 5 jaar toepassing in het najaar (2a) de goedkoopste methode. Braaklegging van het perceel waar middel C in het voorjaar op toegepast wordt (2b) geeft (gedurende 5 jaar) een ruim € 100,- lager bouwplansaldo dan bij najaarstoediening. Bij voorjaarstoediening vóór de teelt (2c) is men gedurende deze periode ca. € 70,- per ha duurder uit dan bij najaarstoediening. Deze saldoverminderingen zijn inclusief MINAS heffing.

Tabel 4.2. **Bouwplansaldo in twee teeltgebieden in de uitgangssituatie en in de situaties 2a, 2b en 2c.**

	uitgangssituatie	situatie 2a	situatie 2b	situatie 2c
bouwplansaldo ZO	€ 1.627,-	€ 610,-	€ 493,-	€ 549,-
bouwplansaldo Veenkoloniën	€ 1.124,-	€ 45,-	- € 67,-	- € 33,-

Om versneld uitzieken te vergelijken met beëindiging van de aardappelteelt zijn de bouwplansaldo's over een periode van 20 jaar berekend (tabel 4.3). Beëindiging van de aardappelteelt voor 20 jaar (situatie 1) is economisch aantrekkelijker dan versneld uitzieken (situatie 2).

In tabel 4.3 is ook doorgerekend wat het effect is van verlaging van de prijs van middel C. Bij een verlaging naar € 0,125 per kg komt het bouwplansaldo in het Zuid Oosten in de situaties 2a, 2b en 2c ongeveer overeen met situatie 1. In de Veenkoloniën is zelfs bij een prijs van € 0,05 versneld uitzieken niet voordeliger dan situatie 1.

Tabel 4.3. **Bouwplansaldo over een periode van 20 jaar in twee teeltgebieden in de uitgangssituatie en in de situaties 1, 2a, 2b en 2c bij verschillende prijzen voor middel C.**

gebied	prijs	uitg. situatie	situatie 1	situatie 2a	situatie 2b	situatie 2c
ZO	€ 0,25			€ 27.456,-	€ 26.876,-	€ 27.155,-
	€ 0,125	€ 32.545,-	€ 28.390,-	€ 28.706,-	€ 28.126,-	€ 28.405,-
	€ 0,05			€ 29.456,-	€ 28.876,-	€ 29.155,-
Veenkoloniën	€ 0,25			€ 17.089,-	€ 16.530,-	€ 16.699,-
	€ 0,125	€ 22.484,-	€ 21.938,-	€ 18.754,-	€ 18.195,-	€ 18.364,-
	€ 0,05			€ 19.753,-	€ 19.194,-	€ 19.363,-

4.2.3 Besmetverklaring voorkomen (situatie 3)

In deze situatie komt er wel wratziekte voor, maar is het perceel niet besmet verklaard. Om te voorkomen dat dit gebeurt, wordt er middel C aangewend. Dit kan op 2 manieren: door aanwending van 20 ton per ha (situatie 3a) of door toepassing van 600 kg/ha tijdens het poten (situatie 3b).

De kosten voor 3a zijn € 5.193,- per ha (middel C kost ca. € 0,25/kg, het loonwerkstarief voor verspreiden en infrezen is resp. € 91,- en € 102,- per ha). Vanwege het hoge stikstofgehalte hoeft er geen KAS toegepast te worden op het te behandelen perceel, maar volgt er voor het bedrijf wel een MINAS heffing bij gelijkblijvende stikstofgiften in de andere teelten.

Voor 3b zijn de kosten € 160,- per ha. De middel C kost € 150,-/ha. Voor het toedienen van middel C tijdens het poten is nu geen apparatuur beschikbaar. Er wordt uitgegaan van een verrekenprijs van € 10,- per ha (vergelijkbaar met de verrekenprijs voor een granulaatstrooier). Er kan € 20,- bespaard worden op de stikstofgift.

In beide regio's is het aardappelsaldo bij toepassing van 20 ton/ha middel C (3a) ruim € 5.000,- lager (tabel 4.4). Als het volledige areaal aardappelen behandeld wordt is het bouwplansaldo in dat jaar in het Zuid Oosten € 1.600,- lager en in de Veenkoloniën € 2.200,-. Dit bouwplansaldo is inclusief de MINAS heffing voor het bedrijf.

Bij een prijs van € 0,05 per kg middel C is het aardappelsaldo bij volveldstoepassing (3a) in de twee regio's nog slechts € 1.050,- per ha lager. Het bouwplansaldo is in het Zuid Oosten € 600,- lager en in het Noorden € 900 lager bij behandeling van alle aardappelpercelen op het bedrijf. Voor het Zuid Oosten is een bouwplansaldovermindering van € 600,- in 1 jaar nog te overwegen om een jaarlijkse vermindering van € 207,- gedurende 20 jaar te voorkomen. In het Noorden is een vermindering van € 900,- in 1 jaar t.o.v. een mogelijke vermindering van € 27,- gedurende 20 jaar onacceptabel.

De toepassing tijdens het poten (3b) geeft in beide gebieden een € 140,- lager aardappelsaldo. Het bouwplansaldo is slechts ongeveer € 40,- lager in het jaar dat alle aardappels behandeld worden. Bij een prijs van € 0,05 per kg geeft de toepassing tijdens het poten (3b) in beide gebieden slechts een € 20,- lager aardappelsaldo. Het bouwplansaldo is in het jaar dat alle aardappels bij het poten behandeld worden nauwelijks lager dan in het uitgangsjaar.

Tabel 4.4. **Saldo aardappelen en bouwplansaldo in twee teeltgebieden in de uitgangssituatie en in de situaties 1a en 1b bij verschillende prijzen voor middel C.**

	gebied	prijs	uitgangssituatie	situatie 3a	situatie 3b
saldo consumptie- resp. zetmeel- aardappelen	ZO	€ 0,25		- € 2.974,-	€ 1.938,-
		€ 0,125	€ 2.078,-	- € 474,-	€ 2.013,-
		€ 0,05		€ 1.026,-	€ 2.058,-
	veenkoloniën	€ 0,25		- € 4.138,-	€ 782,-
		€ 0,125	€ 922,-	- € 1.638,-	€ 857,-
		€ 0,05		- € 138,-	€ 902,-
bouwplansaldo	ZO	€ 0,25		€ 28,-	€ 1.592,-
		€ 0,125	€ 1.627,-	€ 653,-	€ 1.611,-
		€ 0,05		€ 1.028,-	€ 1.622,-
	veenkoloniën	€ 0,25		- € 1.112,-	€ 1.078,-
		€ 0,125	€ 1.124,-	- € 279,-	€ 1.103,-
		€ 0,05		€ 220,-	€ 1.118,-

5 Korte milieutechnische studie van maatregelen tegen wratziekte

Auteurs: Johan Wander (PPO) en Wim van Geel (PPO)

5.1 Inleiding

In het onderzoek naar het effect van maatregelen tegen wratziekte - verlagen aantasting bij teelt van aardappelen en verlagen bodembesmetting – zijn de effectiviteit van toegepaste doseringen maatgevend geweest. Deze doseringen zijn in eerste instantie gebaseerd op gegevens verkregen uit internationale literatuur. Milieutechnische effecten zijn daarbij dus buiten beschouwing gelaten. Op verzoek van de financier is een beperkte milieutechnische studie uitgevoerd om van enkele maatregelen na te gaan hoe deze zich verhouden met MINAS en met de kopernorm.

Gezien het doel van de toepassing van middel C – verlaging besmettingsgraad wratziekte en nematoden – zal middel C niet als meststof, maar als gewasbeschermingsmiddel toegepast moeten worden. Dat neemt niet weg dat de bemestende waarde meetelt in het kader van de mestwetgeving.

5.2 Resultaten

5.2.1 Stikstof

In de veldproeven werd bij toepassing van middel C bij het poten van aardappelen gewerkt met een dosering van 600 kg/ha. In deze proeven werd het product met de hand in een mix met grond op de poter gelegd. Bij een praktijktoepassing zal deze hoeveelheid groter moeten zijn, zodat de hele pootvoor behandeld kan worden. Geschat wordt dat dit neerkomt op toepassing van 1300 kg/ha. Bij een volveldstoepassing wordt uitgegaan van 20.000 kg/ha.

Het totale stikstofgehalte van middel C is ongeveer 6%. Momenteel wordt onderzocht hoe hoog o.a. het gehalte werkelijk is en hoeveel hiervan direct beschikbaar is. Dit onderzoek is moeilijk uitvoerbaar vanwege de moeilijke afbreekbaarheid van een component in het product. De hoeveelheid aangevoerde stikstof met deze hoeveelheden is weergegeven in tabel 5.1. Bij de volveldstoepassing van 20.000 kg/ha middel C wordt een grote hoeveelheid stikstof aangewend. Bij toepassing in het voorjaar met een volggewas, zal dit afhankelijk van het gewas consequenties hebben. In een proef waarin 10 resp. 15 weken voor de zaai van suikerbieten en waspeen 20.000 kg/ha werd toegepast was het effect op het gewas niet groot. Het is onbekend in welke mate er nawerking op zal treden op het gewas in het jaar na toepassing. In een eerste oriëntatie was het effect op aardappelen geteeld een jaar na toepassing beperkt.

In hoofdstuk 4 is voor enkele situaties in twee teelgebieden het effect van toepassing van middel C op een perceel op de MINAS-heffing berekend (tabel 5.2).

Tabel 5.1. **Aangewende hoeveelheid stikstof met enkele doseringen middel C en ureum.**

product	dosering product (kg/ha)	N-totaal (kg/ha)
middel C	600	36
middel C	1.300	78
middel C	20.000	1.200
Ureum	57	26
Ureum	125	57
Ureum	750	345

In de veldproeven werd bij toepassing van ureum bij het poten van aardappelen gewerkt met een dosering van 57 kg/ha. In deze proeven werd ureum met de hand in een mix met grond op de poter gelegd. Het gehalte in de mix was 0,8%. Bij een praktijktoepassing zal de hoeveelheid/ha groter moeten zijn, zodat de hele pootvoor behandeld kan worden. Geschat wordt dat dit neerkomt op toepassing van 125 kg/ha. Bij een volveldstoepassing werd uitgegaan van 750 kg/ha. Gebleken is dat deze hoeveelheid gemengd door de bouwvoor niet effectief is. De hoeveelheid aangevoerde stikstof met deze hoeveelheden is weergegeven in tabel 5.1. De hoeveelheid van 750 kg/ha ureum in het voorjaar voor de teelt van een gewas kan schade geven.

Tabel 5.2. **MINAS-heffing bij toepassing van 20.000 kg/ha middel C.**

situatie	zuidoostelijk zandgebied	veenkoloniën
2a / 2c	335	562
2b / 3a	336	551

Vermoedelijk vanaf 1-1-2006 wordt MINAS vervangen door nieuwe wetgeving. In deze nieuwe wetgeving zal uitgegaan worden van het stikstofadviesniveau per kalenderjaar en zal middel C mogelijk onder overige meststoffen vallen. Bij overige meststoffen wordt er vermoedelijk van uitgegaan dat 10 à 20% van de stikstof werkzaam is. Uitgaande van 6% stikstof in 20.000 kg/ha middel C wordt dan 'slechts' 240 kg N/ha berekend. Bij toepassing in het najaar kan hiervoor de eventuele vrije ruimte van het bedrijf benut worden. Het volgende jaar hoeft er hoogstwaarschijnlijk op het behandelde perceel geen stikstof als kunstmest aan het gewas gegeven te worden, zodat voor het overig areaal extra ruimte ontstaat.

Bij toepassing in het voorjaar is de consequentie voor het bedrijf beperkt, omdat op het behandelde perceel geen stikstof als kunstmest gestrooid hoeft te worden.

Daarnaast zal echter ook de aangevoerde hoeveelheid fosfaat meetellen en worden er beperkingen opgelegd aan het toepassingstijdstip.

5.2.2 Koper

In de veldproeven werd bij toepassing van kopersulfaat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) bij het poten van aardappelen gewerkt met een dosering van 21 kg/ha. In deze proeven werd kopersulfaat met de hand in een mix met grond op de poter gelegd. Het gehalte in de mix was 0,3%. Bij een praktijktoepassing zal de hoeveelheid/ha groter moeten zijn, zodat de hele pootvoor behandeld kan worden. Geschat wordt dat dit neerkomt op toepassing van 46 kg/ha. Bij een volveldstoepassing werd uitgegaan van 250 kg/ha. Gebleken is dat deze hoeveelheid gemengd door de bouwvoor niet effectief is.

Met de genoemde hoeveelheden kopersulfaatpentahydraat wordt resp. 5, 12 en 64 kg/ha Cu aangevoerd. **Met de toediening van 250 kg/ha kopersulfaatpentahydraat wordt het gehalte in de bodem ongeveer verdubbeld.** Bij welke concentratie Cu in de grond schadelijk wordt, hangt af van het gebruik van de grond, het % lutum en het % organische stof.

Er gelden geen wettelijke normen voor de toepassing van kopersulfaat m.b.t. bodemverontreiniging, omdat kopersulfaat als gewasbeschermingsmiddel wordt gezien. De SKAL stelt wel normen aan het gebruik van kopersulfaat: maximaal 8 kg Cu per ha tot 1-1-2006 en na 1-1-2006 maximaal 6 kg Cu per ha.

6 Uitzieking bij de teelt van resistente rassen en niet-waardgewassen

Auteurs: Pim van de Griend (HLB), Ronald Bosch (HLB), Roland Velema (HLB) en Johan Wander (PPO)

6.1 Uitgevoerd onderzoek

Om meer inzicht te krijgen in de effecten van aardappelrassen en de teelt van niet-waardgewassen op de bodembesmetting met wratziekte, is met wratziekte fysio 2/6 besmette grond een potproef en een veldproef aangelegd met verschillende aardappelrassen (Seresta (resistentiecijfer 9), Désirée (9, veldproef), Saturna (8), Astarte (7), Kartel (5), Elkana (4, potproef), Elles (5, veldproef), Producent (2)) en gewassen (geplante zwarte nachtschade (potproef), bladrammenas (potproef), zwarte braak (potproef), zomergerst, zomertarwe (veldproef) en gele mosterd (potproef)). Na de teelt zijn de aardappelen beoordeeld op wratvorming volgens de CGO methode. Een 9 betekent geen wratvorming, een 0 zeer veel wratvorming. De potproef is gestart in 1998 met grond van een zwaar met wratziekte besmet perceel uit Nieuw Weerdinge (dalgrond). Voor het inzetten van de proef is de verdunningsreeks 1/1 (onverdund), 1/5, 1/25, 1/125, 1/625 en 1/3125 gemaakt. Hiermee werd een aanvangsbesmetting gecreëerd van 21.500, 4.300, 860, 172, 34, resp. 7 sporangiën per **100** g grond.

Tegelijkertijd met de aanvang van de potproef is een veldproef aangelegd. De proef is uitgevoerd op een met fysio 2/6 besmet perceel in Nieuw Weerdinge. De voorvrucht in 1997 was wintertarwe. Om de besmetting voldoende hoog te krijgen is in het jaar 1998 op het gehele proefveld Producent verbouwd. Vanaf 1999 kende de proef twee teeltsystemen, te weten een 1 op 1 teelt aardappelen met de rassen Seresta, Astarte, Kartel, Elles, Producent en de graangewassen zomergerst en zomertarwe en een 1 op 2 teelt met in 1999 zomergerst en in 2000 de rassen Seresta, Saturna, Astarte, Kartel, Désirée, Elles en Producent.

6.2 Resultaten

6.2.1 Potproef

Aardappelrassen

In tabel 6.1 zijn de resultaten van de besmetting na de aardappelteelt per jaar per ras weergegeven. Het resistentie niveau (volgens de rassenlijst 2004) van het ras heeft grote invloed op de eindbesmetting. Bij een vatbaar ras als Producent werd veel wratweefsel waargenomen in 1999 en 2000 en nam de gemiddelde besmetting aan sporangiën in grond enorm toe. Opvallend hierbij was dat bij de zwaarste aanvangsbesmetting de vermeerdering lager was dan bij matige aanvangsbesmettingen. Zelfs de zeer lage aanvangsbesmetting van 7 sporangiën per 100 g grond leidde bij dit ras na 3 teeltjaren tot een besmettingsniveau wat niet significant verschilde van de teelt bij zeer hoge besmettingsniveaus. Bij Seresta werd in 1999 en 2000 geen wratweefsel gevormd. Alleen bij de drie hoogste aanvangsbesmettingen werden in 2000 wintersporangiën aangetroffen, uiteindelijk zijn bij de twee hoogste aanvangsbesmettingen na drie continue-teelten in 2000 een verhoging ten opzichte van de aanvangsbesmetting waargenomen. Gezien de volledige resistentie van dit ras en het feit dat er in 1999 en 2000 geen wratvorming werd geconstateerd, is deze toename niet te verklaren. Mogelijk is de grond besmet geraakt door verwisseling van grond van een laag resistent ras. Bij rassen met een resistentiecijfer 7 (Astarte) en 8 (Saturna) werden in 1999 toch op enkele planten wratten gevormd. Na 3 teelten werden alleen bij de twee hoogste aanvangsbesmettingen nog wintersporangiën gevonden, al was deze besmetting wel enorm afgenomen. Het ras Kartel (resistentie 5) werd veel wratweefsel aangetroffen, zelfs bij het laagste besmettingsniveau en nam de besmetting

aanzienlijk toe na 3 continu teelten. Bij Elkana (resistentie 4) werd na drie teelten, bij alle aanvangsbesmettingen, een zeer sterke toename waargenomen van de besmetting. Opvallend is dat de toename bij het meer resistente ras Kartel groter is dan bij het minder resistente ras Elkana.

Tabel 6.2. Het effect van de teelt van rassen op de mate van wratvorming door fysio 2/6 in 1999 en 2000.

	aanvang	Seresta	Saturna	Astarte	Kartel	Elkana	Producent
1999	21500	9.0	8.3	7.9	0.5 b	0.1 c	0.1 c
	4300	9.0	7.1	9.0	0.4 b	1.4 c	0.5 c
	860	9.0	9.0	9.0	6.0 a	0.6 c	0.2 c
	172	9.0	9.0	8.0	3.9 a	5.7 ab	0.5 c
	34	9.0	9.0	9.0	4.5 a	1.7 c	5.2 a
	7	9.0	9.0	9.0	0.8 b	7.4 a	2.9 b
	<i>F-prob</i>	-	0.557	0.285	<0.001	<0.001	<0.001
<i>LSD P≤0.05</i>	-	-	-	2.8	2.4	1.5	
2000	21500	9.0	9.0	9.0	0.5 bc	-	0.7
	4300	9.0	9.0	9.0	0.3 bc	-	0.5
	860	9.0	9.0	9.0	2.5 a	-	2.1
	172	9.0	9.0	9.0	0.7 b	-	1.1
	34	9.0	9.0	9.0	0.8 b	-	1.2
	7	9.0	9.0	9.0	0.1 c	-	0.5
	<i>F-prob</i>	-	-	-	<0.001	-	0.241
<i>LSD P≤0.05</i>	-	-	-	0.6	-	-	

Tabel 6.1. Het effect van de continue teelt op de besmetting van wratziekte fysio 2/6 (sporangien per 100 gram grond) van 1998 - 2000.

		na 1998	na 1999	na 2000	vermeerdering
Producent	gemiddeld	6627	66617	65257	1706
	1	7500a	80230ab	75280a	3.5
	1/5	22800a	32420ab	61540a	14
	1/25	9360a	173900a	105920a	123
	1/125	60b	83800ab	61880a	359
	1/625	10b	23480ab	23640b	695
	1/3125	0c	5870b	63280a	9040
	<i>F-prob</i>	<0.001	0.004	<0.001	
Kartel	gemiddeld	567	17307	35933	1871
	1	3380a	90480a	40640ab	1.9
	1/5	20b	12180ab	46000ab	11
	1/25	0c	160b	5500c	6
	1/125	0c	1020b	25760b	150
	1/625	0c	0c	25540b	751
	1/3125	0c	0c	72160a	10308
	<i>F-prob</i>	<0.001	<0.001	<0.001	
Elkana	gemiddeld	748	15958	10227	65
	1	3370a	40240a	32200a	1.5
	1/5	650ab	30060a	7400b	1.7
	1/25	370bc	24250a	13280ab	15
	1/125	80bcd	1200b	920c	5.3
	1/625	20d	80c	6320b	186
	1/3125	0e	1160b	1240c	177
	<i>F-prob</i>	<0.001	<0.001	<0.001	
Astarte	gemiddeld	27	207	140	0.006
	1	160a	80b	780a	0.03
	1/5	0b	1160a	60b	0.01
	1/25	0b	0c	0c	-
	1/125	0b	0c	0c	-
	1/625	0b	0c	0c	-
	1/3125	0b	0c	0c	-
	<i>F-prob</i>	0.001	<0.001	<0.001	
Saturna	gemiddeld	153	1161	25	0.005
	1	850a	6700a	140a	0.007
	1/5	70b	180b	80a	0.02
	1/25	0c	0c	0b	-
	1/125	0c	90b	0b	-
	1/625	0c	0c	0b	-
	1/3125	0c	0c	0b	-
	<i>F-prob</i>	<0.001	<0.001	0.03	
Seresta	gemiddeld	322	107	5207	0.4
	1	1720a	80b	26260 ¹ a	1.2
	1/5	100b	560a	4920 ¹ a	1.1
	1/25	90b	0c	60b	0.07
	1/125	20b	0c	0c	-
	1/625	0c	0c	0c	-
	1/3125	0c	0c	0c	-
	<i>F-prob</i>	<0.001	<0.001	<0.001	

¹ Hoogstwaarschijnlijk fout

Gewassen

De resultaten worden per gewas weergegeven in tabel 6.3. Na drie teelten met de gewassen bladrammenas, gele mosterd, gerst en nachtschade en zwarte braak is de besmetting bij alle uitgangsbesmettingen (1998) snel teruggelopen. Dit geeft aan dat de uitzieming van sporangiën onder niet waardgewassen behoorlijk snel verloopt en niet verschilt t.o.v. de afname onder een niet beteelde grond. Opvallend is de toename van de besmetting bij een aantal gewassen in het teeltjaar 1999, terwijl de aanvangsbesmetting niet is aangetoond of zeer laag is. Dit kan veroorzaakt zijn door de gebruikte bemonsteringsstrategie.

Tabel 6.3. Het effect van de continue met diverse gewassen tegen fysio 2/6 op de besmetting van wratziekte (sporangiën per 100 gram grond) van 1998 – 2000.

		eind 1998	eind 1999	eind 2000
zwarte braak	gemiddeld	114	130	10
	1	570a	590a	50a
	1/5	0b	60b	0b
	1/25	0b	0c	0b
	1/125	0b	0c	0b
	1/625	0b	0c	0b
	<i>F-prob</i>	<0.001	<0.001	0.003
bladrammenas	gemiddeld	0	104	2
	1	0	410a	10
	1/5	0	110a	0
	1/25	0	0b	0
	1/125	0	0b	0
	1/625	0	0b	0
	<i>F-prob</i>	-	<0.001	0.431
zwarte nachtschade	gemiddeld	20	132	0
	1	100a	640a	0
	1/5	0b	20b	0
	1/25	0b	0c	0
	1/125	0b	0c	0
	1/625	0b	0c	0
	<i>F-prob</i>	<0.001	<0.001	-
gele mosterd	gemiddeld	0	270	0
	1	0	1350a	0
	1/5	0	0b	0
	1/25	0	0b	0
	1/125	0	0b	0
	1/625	0	0b	0
	<i>F-prob</i>	-	<0.001	-
zomergerst	gemiddeld	12	324	0
	1	60a	1620a	0
	1/5	0b	0b	0
	1/25	0b	0b	0
	1/125	0b	0b	0
	1/625	0b	0b	0
	<i>F-prob</i>	0.003	<0.001	-

Kijkend naar de rassen/gewassen vergelijking in tabel 6.4, dan valt duidelijk op dat de niet waard gewassen minder sporangiën achterlaten na drie teelten t.o.v. de aardappelrassen (m.u.v. de rassen meer resistente rassen Astarte en Saturna). De verschillen t.o.v. van de aardappelrassen Producent, Kartel, Elkana en Seresta (verduningen 1 en 1/5) zijn significant.

Worden de aardappelrassen vergeleken, dan blijkt na drie teelten met de laag resistente rassen Producent en Kartel, dat er significant meer sporangiën achterblijven in vergelijking met Elkana, Astarte, Saturna en

Seresta. De verschillen zijn significant bij alle verdunningsreeksen. Het laag resistente ras Elkana laat na 3 teelten significant meer sporangiën achter dan de hogere resistente rassen Astarte, Saturna en Seresta (alleen 3 laagste besmettingsniveaus). Astarte en Saturna reageren gelijkwaardig.

Verder blijkt dat de pure grond (verdunding 1) de meeste sporangiën achter laat na drie teelten, en de grond die het meest is verdund (1/625), de minste sporangiën (gemiddelde waarden van alle rassen/gewassen). Naarmate er minder sporangiën aanwezig zijn bij aanvang, is de eindbesmetting ook lager. Dit geldt vooral voor de meer resistente rassen (resistentie cijfer >6).

Voor de meer vatbare aardappelrassen (resistentiecijfer <6) gaat dit niet op. Voor de rassen Producent, Kartel en Elkana blijft de eindbesmetting na drie teelten op een hoog niveau steken.

Tabel 6.4. **Het effect van ras/gewas en verdunding op de eindbesmetting (na 2000) van wratziekte (sporangiën per 100 gram grond).**

	1	1/5	1/25	1/125	1/625	<i>gemiddeld²</i>
Producent (2)	75.280a	61.540a	105.920a	61.880a	23.640abcde	65.652
Kartel (5)	40.640ab	46.000ab	5.500e	25.760abc	25.540abcd	29.654
Elkana (4)	32.200abc	7.400cde	13.280bcde	920f	6.320de	12.024
Astarte (7)	780f	60gh	0i	0i	0i	168
Saturna (8)	140g	80gh	0i	0i	0i	44
Seresta (10)	26.260 ³ abcd	4.920 ³ e	60gh	0i	0i	6.248
zwarte braak	50gh	0i	0i	0i	0i	10
bladrammenas	10h	0i	0i	0i	0i	2
zwarte nachtschade	0i	0i	0i	0i	0i	0
gele mosterd	0i	0i	0i	0i	0i	0
zomergerst	0i	0i	0i	0i	0i	0
<i>gemiddeld¹</i>	15.942	10.909	11.776	8.051	5.045	10.339

¹ LSQ verdunding: 1.6 (F-prob <0.001)

² LSQ gewas/ras: 2.0 (F-prob <0.001)

LSQ verdunding x gewas/ras: 4.6 (F-prob <0.001)

Als de verhouding tussen 2 waarden groter is dan de LSQ waarde (P 0,05) dan is het verschil significant. De vetgedrukte letters geplaatst achter de waarden slaan op de verdunding x gewas/ras vergelijking (LSQ waarde 4.6), waarbij geen overeenkomstige letters betekend dat het verschil significant is.

³ Hoogstwaarschijnlijk fout

6.2.2 Veldproef

De resultaten worden per teelt weergegeven in de tabellen 6.5 en 6.6. De aanvangsbesmetting is bepaald na de teelt van Producent in 1998 en was niet voor alle objecten gelijk.

Ondanks de teelt van het vatbare ras Producent in 1998 is de gemiddelde aanvangsbesmetting op 11/5/99 aan de lage kant (ca. 200 sporangiën/100 gram grond). Opvallend is dat de verschillen in aanvangsbesmetting groot zijn. Deze varieert van 30 tot 500 sporangiën per 100 gram grond. De spreiding binnen de 4 herhalingen is groot. Op veel veldjes wordt geen besmetting aangetoond. Deze spreiding kan veroorzaakt zijn door een ongelijke verdeling van het wratweefsel door de grond, waardoor door toeval grote verschillen in besmettingen kunnen ontstaan. Deze ongelijke verdeling kan mede veroorzaakt zijn doordat het in 1998 gevormde wratweefsel door ploegen onder in de bouwvoor is gekomen. In 2000 en 2001 is daarom de grond eerst gespit voordat bemonstering plaatsvond en is het aantal stekken per veldje verhoogd naar 60 i.p.v. 24.

Kijkend naar de resultaten van de continue teelt aardappelen (twee teelten) is in tabel 6.5 te zien dat er een behoorlijke toename is bij het gevoelige ras Producent. Steeds was er een toename van de besmetting.

Ook werd er wratvorming waargenomen.

Voor het ras Kartel in de 1 op 1 is er in het eerste teeltjaar 1999 geen wratvorming waargenomen. De besmetting is ook afgenomen. Na de teelt van 2000 zijn er wel wratten beoordeeld en nam de besmetting ook toe. Dit was ook te zien (tabel 6.6) bij de 1 op 2 teelt (Kartel in het jaar 2000)

Uit de veldproeven blijkt verder dat als er wratvorming heeft plaatsgevonden, dat de besmetting toeneemt. Dit geldt voor de rassen Elles, Kartel en Producent. Voor het ras Astarte is dit andersom. In 2000 was in

beide teeltsystemen voor dit ras een toename te zien in de besmetting, terwijl er geen wratten gevormd werden.

Bij de 1 op 2 teelt is een afname te zien van het aantal wintersporangiën na een teelt van zomergerst (tabel 6.6). Dit is ook te zien bij de 1 op 1 teelt voor de graangewassen in tabel 6.5.

Ondanks de aanwezigheid van wratweefsel is na de teelt van de rassen Producent, Elles en Kartel slechts een lichte toename van de besmetting aangetroffen. Dit duidt erop dat ondanks de menging door de spitmachine in 2000 en het verhogen van het aantal stekken detectie van de besmetting in het veld een moeilijke zaak is. Anderzijds, misschien is het beter de wratten goed te laten verteren en de eindbemonstering pas uitvoeren 2 jaar naar de teelt (in deze proef dus begin 2002) in plaats van na een half jaar.

Tabel 6.5. **Het effect van de continue teelt aardappelen op een kunstmatig met fybio 2/6 besmet perceel in Nieuw Weerdinge op de besmetting van wratziekte (sporangien per 100 gram grond en index) van 1999 - 2000.**

	na 1998	na 1999	na 2000		vermeerdering	
	sporangien 11/5/99	index	sporangien 4/5/00	Index	sporangien 2/5/01	
Astarte (7)	110	9a	30	9a	150	1.4
Elles (5)	30	9a	30	9a	0	-
Kartel (5)	490	9a	30	7.6b	150	0.3
Producent (2)	30	7.1b	80	4.3c	200	6.7
Seresta (10)	150	9a	280	9a	100	0.7
zomergerst	510	-	130	-	0	-
zomertarwe	110	-	60	-	80	0.7
<i>F-prob</i>	0.08	<0.001	0.448	<0.001	0.133	

Tabel 6.6. **Het effect van een 1 op 2 teelt van zomergerst en aardappelen op een kunstmatig met fybio 2/6 besmet perceel in Nieuw Weerdinge op de besmetting van wratziekte (sporangien per 100 gram grond en index) van 1999 - 2000.**

	na 1998	na 1999 (gerst)	na 2000 (aardappelen)		vermeerdering (tov aanvang)
	sporangien 11/5/99	sporangien 4/5/00	index	sporangien 2/5/01	
Astarte (7)	0	0	9.0a	10	-
Desiree (9)	290	150	9.0a	60	0.2
Elles (5)	250	0	8.8a	80	0.3
Kartel (5)	180	30	7.4b	130	0.7
Producent (2)	180	30	6.1c	80	0.4
Saturna (8)	100	0	9.0a	0	-
Seresta (10)	380	130	9.0a	30	0.1
<i>F-prob</i>	0.671	0.345	<0.001	0.713	

7 Algemene discussie

Auteurs: Johan Wander (PPO) en Jan Lamers (PPO)

Dosering ureum t.o.v. middel C

In de uitgevoerde pottenproeven en met onderzoek met monsterzakjes in aardappelruggen werd gewerkt met zeer hoge doseringen van de behandelingen. De gebruikte doseringen werden afgeleid uit de literatuur (Hampson and Coombes, 1995) en zijn in praktijk realiseerbaar bij punttoepassing op de aardappelknol. Om bijvoorbeeld de dosering van 8% van middel C te realiseren in de bouwvoor zou echter een extreme hoeveelheid nodig zijn van 240 ton/ha. Daarom werd bij de veldstoepassingen gekozen voor praktisch realiseerbare hoeveelheden die economisch en milieutechnisch aanvaardbaar leken. Zodoende werd gekozen voor 20 ton/ha middel C en 750 kg/ha ureum + 250 kg/ha kopersulfaat. De verhouding tussen ureum en kopersulfaat was hiermee ongeveer gelijk aan de in de pottenproeven gebruikte doseringen. Uit het pottenonderzoek en het onderzoek met monsterzakjes in aardappelruggen kwamen middel C, stalmestpoeder, ureum en ureum + kopersulfaat als meest perspectiefvol naar voren. In de aangelegde veldproeven werd met middel C het beste effect bereikt. Achteraf kan echter gesteld worden dat de gekozen dosering van 750 kg ureum/ha (+ 250 kg/ha kopersulfaat) relatief laag is ten opzichte van de 20 ton/ha middel C. Voor zover het in de inleiding genoemde ammoniakeffect een rol speelt bij de directe doding van sporangiën, wordt er met de genoemde dosering middel C gezien het stikstofgehalte ongeveer maximaal drie- à viermaal zoveel bereikt als met ureum. Het zou daarom interessant zijn om alsnog het effect van ureum in een dosering van ongeveer 2500 kg/ha uit te testen. De dosering van de kopersulfaat kan vanwege de milieubelasting echter niet verder verhoogd worden. De toegevoegde waarde van kopersulfaat hangt vermoedelijk af van de pH. Bij een lage pH zou met ureum zonder toevoeging van kopersulfaat hetzelfde effect bereikt kunnen worden als met toevoeging van kopersulfaat in verband met het verlagende effect op de pH van kopersulfaat.

Als de effecten van 20 ton/ha middel C en 2500 kg/ha ureum op de verlaging van de bodembesmetting gelijk zouden zijn, dan is de toepassing van ureum economisch gezien even rendabel als de toepassing van middel C bij een prijsniveau van €0,30/kg voor ureum en €0,05 voor middel C. Het is thans niet bekend of de prijs voor middel C dit lage niveau kan bereiken.

Behandeling perceelsgedeelten

Bemestingsaspecten spelen echter ook een rol. Het is thans nog niet bekend of bij de toepassing van middel C als gewasbeschermingsmiddel de stikstof volledig meegerekend moet worden in het kader van de mestwetgeving. Bij toepassing van ureum speelt dat sowieso wel. De hoge gift moet dan in bedrijfsverband gecompenseerd worden met vermindering van de stikstofgift op andere percelen of in het geval er per perceel gekeken gaat worden, zal een dermate hoge gift alleen op een gedeelte van het perceel mogelijk zijn. Dit laatste is perspectiefvol als bekend is hoe de besmetting over een perceel verdeeld is.

Effectiviteit middel C

In de proeven waarbij de 8% dosering middel C werd uitgetest in potten en in monsterzakjes werd gemiddeld een vermindering van het aantal sporangiën ten opzichte van onbehandeld verkregen van 54% resp. 20% met een variatie van 0 tot 80%. In de potten was de werking duidelijk sterker dan bij de monsterzakjes in de veldsituatie. Blijkbaar worden in een pot vluchtige stoffen die vrijkomen bij de vertering van middel C min of meer opgesloten. In het bijzonder valt hierbij te denken aan ammoniak. In de veldsituatie zullen deze stoffen makkelijker verdwijnen. De toepassing van 20 ton/ha middel C volvelds gaf in één proef een vermindering ten opzichte van onbehandeld van 28%. In de veldproef waarin het langjarige effect bekeken wordt, werd gemiddeld over de tot nu toe uitgevoerde bemonsteringen een vermindering verkregen van 15%. Het effect van de volveldstoepassing met 20 ton/ha komt dus goed overeen met de 8% dosering in monsterzakjes. Het is wel typisch dat deze snel gedode sporangiën niet werden teruggevonden bij het tellen.

Korte en lange termijn effecten

In diverse proeven werd gewerkt met pantymonsterzakjes waarin een mengsel van grond, behandelingsproduct en wratziekte-inoculum werd gedaan. De zakjes werden ingegraven en na een veldperiode geanalyseerd op sporangiëndichtheid. Bij aanvang werd getracht om alle zakjes in gelijke mate te besmetten met wratziekte. Ter controle hierop werd een gedeelte van het mengsel bij aanvang geanalyseerd, waarbij de monsters direct werden gekoeld en gedroogd. Vaak werden daarbij al verschillen geconstateerd. Hiervoor kunnen diverse verklaringen gegeven worden, zoals een verschil in aantal toegevoegde sporangiën (ondanks een gelijke hoeveelheid in gewicht inoculum), een bemonsteringsfout of een analysefout. In een aantal gevallen leek er echter sprake te zijn van een behandelingseffect. Met varkensdrijfmest werd in één proef (tabel 3.17) een bijna significante daling geconstateerd. Dit effect werd in latere bemonstering niet meer teruggevonden. In twee andere proeven werd geen korte termijn effect gevonden van varkensdrijfmest (tabel 3.14 en 3.26). Van middel C werd in diverse gevallen een korte termijn effect waargenomen (tabel 3.8, 3.24, 3.26, 3.27). Het lijkt er dus op dat wratziektesporangiën na een korte behandelingsperiode niet gemeten worden, terwijl het middel op langere termijn geen effect hoeft te hebben (tabel 3.18, 3.27).

Remming natuurlijke uitzieming

In enkele proeven werden ook negatieve effecten van een behandeling op de natuurlijke daling van de besmetting met wratziekte geconstateerd. In de proef "Oriëntatie afdekken" (tabel 3.8) en in het onderzoek met monsterzakjes in aardappelruggen aanleg 2002 in rassenproef fysio 1 (tabel 3.27) werd bij ureum + kopersulfaat een hoger aantal sporangiën gevonden dan bij onbehandeld. Kopersulfaat had in het onderzoek met monsterzakjes in aardappelruggen (tabel 3.10) een hoger aantal sporangiën dan onbehandeld. Ook werkte biologische grondontsmetting (tabel 3.18 en 3.21) negatief. Het afdekken op zich in de proef "Oriëntatie afdekken" werkte negatief vanwege het uitdrogen van de grond. Bij de biologische grondontsmetting speelde dit droge effect niet omdat de grond zeer nat was gemaakt bij aanvang. De natuurlijke daling van het aantal sporangiën werd in deze proeven mogelijk geremd doordat de behandeling tot inactiviteit van de sporangiën leidt, waardoor ze niet meer kiemen. Mogelijk speelt het bodemleven een rol bij de daling van het aantal sporangiën en wordt de werking van dit bodemleven geremd.

Effect op bodembesmetting ten opzichte van aantasting aardappelen

In de proeven waarbij het effect van middel C en ureum + kopersulfaat bij verschillende rassen werd getest, werd gewerkt met vrij extreme omstandigheden. Bij het poten werd op elke poter een ziektedruk aangebracht van ongeveer 24.000 sporangiën in 200 g grond (120 sporangiën per g grond). Dit lijkt veel, maar om duidelijke verschillen in proeven te vinden zijn dergelijke niveaus nodig en in praktijk kunnen dergelijke niveaus plaatselijk voorkomen. Het effect van een behandeling met middel C en met ureum + kopersulfaat op de vermindering van de mate van aantasting van partieel resistente of vatbare aardappelrassen was duidelijk sterker dan het effect van deze behandelingen op de vermindering van de bodembesmetting. Als uitgegaan wordt van een hoog geschat effect van 50% daling van de bodembesmetting – dus van 120 naar 60 sporangiën per gram grond – dankzij een behandeling op de poter, dan kan op basis van pottenonderzoek van Hampson (1992) gerekend worden op een daling van de incidentie van 92 naar 86%. Op basis van een potproef van het PPO (Baayen et al., 2004) kan gerekend worden op een daling van de hoeveelheid wratweefsel met 17%. Deze geschatte effecten zijn natuurlijk niet rechtstreeks te vergelijken met het uitgevoerde veldonderzoek, maar in het veldonderzoek was het effect op de incidentie met een daling van ongeveer 60% en het effect op de hoeveelheid wratweefsel met 90% veel groter dan verwacht kon worden op basis van het onderzoek beschreven door Hampson (1992) en Baayen et al. (2004). Het zwakkere effect op vermindering van de bodembesmetting werd gevonden bij de volveldstoepassingen met een relatief lage dosering en bij de monsterzakjes in aardappelruggen waarmee de toepassing op een aardappelpoter werd nagebootst. Het grote verschil in effectiviteit kan dus niet verklaard worden vanuit directe doding van de sporangiën. Het effect van ammoniak op doding zoösporen en/of het plantversterkend effect moeten dus een belangrijke rol spelen bij het voorkomen van een aantasting van aardappelen.

Rassenkeuze en wratziekteverordening en behandeling bij het poten

De PD verordening en de HPA verordening beperken in sterke mate de rassenkeuze. Met de toepassing van middel C en ureum + kopersulfaat kan de aantasting van laag en partieel resistente rassen echter aanzienlijk verminderd worden. In de fysio 1 rassenproef in 2001 gaf Maritiema met een behandeling met middel C of ureum + kopersulfaat een beter respectievelijk gelijk resultaat wat betreft de aantasting door wratziekte als de rassen Hansa en Felsina zonder behandeling. In 2002 werd zo'n groot effect bij Maritiema en Bintje niet bereikt vermoedelijk vanwege de zeer gunstige omstandigheden voor wratziekte. Toch was de hoeveelheid geproduceerd wratweefsel bij middel C slechts 40 resp. 17% van onbehandeld. In de fysio 2/6 rassenproef in 2001 werd met Elles en Kartel met behandeling bijna geen aantasting gevonden. In 2002 was de aantasting bij Producent met middel C of ureum + kopersulfaat lager dan bij Elles en Kartel zonder behandeling. Evenzo werd bij Elles en Kartel met middel C bijna geen aantasting gevonden. In combinatie met het verplichte gebruik van middel C of ureum + kopersulfaat zou de rassenkeuze verruimd kunnen worden. Een controle op de naleving is daarbij nodig en technisch mogelijk. Indien de industrie zeer gehecht is aan de teelt van vatbare aardappelrassen op contract, dan kan na aanpassing van de verordeningen middel C of ureum + kopersulfaat als "verzekeringspremie" toegediend worden. De industrie kan hierbij de controle uitvoeren.

Effect behandeling op groei aardappelen

Het gebruik van middel C of ureum + kopersulfaat bij het poten heeft echter als nadeel dat de opkomst en de begingroei van de aardappelen nadelig beïnvloed kunnen worden, waardoor opbrengstschade ontstaat. Wellicht kan dit negatieve effect verminderd worden door de behandelingen enige tijd voor het poten toe te dienen. Uit de literatuur (Hampson and Coombes, 1995) is bekend dat toepassing van een hoge dosering middel C vijf weken voor het poten een zeer goede effectiviteit tegen aantasting heeft. Over ureum + kopersulfaat zijn dergelijke onderzoeksresultaten niet bekend. Bij het uitvoeren van de behandeling enkele weken voor het poten zal de dosering aangepast moeten worden ten opzichte van de dosering welke toegepast werd bij het poten, omdat het dan niet mogelijk is om de behandeling zeer dicht bij de poter te plaatsen.

Ureum of ureum + kopersulfaat

In de rassenproeven werd er voor gekozen om te werken met de combinatie van ureum + kopersulfaat. Op basis van literatuur leek dit interessanter dan beperking tot alleen ureum. Om de onderzoekskosten te drukken werd ervoor gekozen om niet te onderzoeken wat het afzonderlijke effect van beide middelen op aantasting van aardappelen is. Achteraf is nu zodoende niet bekend of het voor een goede effectiviteit noodzakelijk is om beide middelen toe te passen of dat één van beide voldoende is. Uit onderzoek naar het effect van ureum, kopersulfaat en ureum + kopersulfaat op de bodembesmetting met wratziekte is niet naar voren gekomen dat kopersulfaat effectief is of de werking van ureum verbeterd. Van ureum alleen bleek er wel werking te zijn. Mogelijk kan dus ook bij de toepassing bij het poten kopersulfaat weggelaten worden. Bovendien had bij de gebruikte lage dosering toevoeging van kopersulfaat geen invloed op de pH ten opzichte van alleen ureum. Ook dit pleit niet voor de toevoeging van kopersulfaat.

Het is niet bekend of de nadelige effecten op de opkomst en begingroei door beide middelen of door één van beide middelen veroorzaakt wordt. Vermoedelijk speelt kopersulfaat een belangrijke rol bij het ontstaan van opkomst- en groeiremming, omdat volgens ander onderzoek ureum - op iets andere wijze toegepast dan in het wratziekteonderzoek - geen schade geeft aan het aardappelgewas. In dit onderzoek naar de bestrijding van gewone schurft werd onder andere gekeken naar het effect van een rijenbemesting met ureum (Bus, 2003). In het wratziekteonderzoek werd 57 kg/ha ureum op de poter gelegd. Bij toediening in de pootvoor komt dit neer op ongeveer 125 kg/ha wat overeen komt met 58 kg/ha N. In het schurftonderzoek werd ureum in de pootvoor gestrooid nadat de aardappelen waren toegedekt. Er werd gewerkt met doseringen van 150 à 180 kg/ha N. Ten opzichte van een volveldsbemesting werd een beperkte opbrengstderving geconstateerd. Hieruit kan afgeleid worden dat de in het wratziekte-onderzoek toegepaste dosering hoger kan. Een navenante verhoging van de hoeveelheid kopersulfaat is ook onwenselijk vanwege de bodembelasting met koper.

Middel C ten opzichte van ureum + kopersulfaat bij het poten

In de uitgevoerde rassenproeven was de werking van middel C tegen aantasting door wratziekte beter dan de werking van ureum + kopersulfaat. De behandeling met ureum + kopersulfaat had ten opzichte van middel C echter als voordeel dat de opkomst en beginontwikkeling minder geschaad werden en dat zodoende het negatieve effect op de opbrengst duidelijk minder was dan bij toepassing van middel C. Bovendien zijn de kosten van een toepassing van ureum + kopersulfaat lager dan de toepassing van middel C. Bij het uitvoeren van een behandeling bij het poten kan wellicht het beste ureum + kopersulfaat ingezet worden. Mogelijk kan kopersulfaat weggelaten worden. Het is niet bekend of middel C wel beter ingezet kan worden als de behandeling enkele weken voor het poten wordt uitgevoerd.

Rol van pH van de bodem

De zuurgraad van de grond heeft invloed op de omzetting van stikstofverbindingen die in de grond gebracht worden. Bij een hoge pH wordt vooral ammoniak gevormd, terwijl bij een lage pH nitrietachtige verbindingen gevormd worden. Hoe hoger de pH van de bodem, hoe makkelijker het wordt om via ammoniakvorming een effect te krijgen. Volgens een verwijzing in Tenuta et al. (2002) zijn de niet-geïoniseerde vormen van vluchtige vetzuren toxisch bij een lage pH (in de bodem). Het onderzoek werd uitgevoerd met grond met een lage pH, omdat op deze gronden wratziekte een probleem is. De in het onderzoek toegepaste middelen hadden een invloed op de pH (tabel 3.3, 3.5 en 3.7). Toevoeging van kopersulfaat en van zuiver middel C in een lage en hoge dosering en van ureum + kopersulfaat in de hoge doseringen gaven een verlaging van de pH. Toevoeging van ureum, van middel C en van stalmest in een lage en een hoge dosering en van ureum + kopersulfaat in een lage dosering gaven een verhoging van de pH. Al de bepalingen zijn uitgevoerd in pottenproeven. In de later uitgevoerde veldproeven met volveldstoepassingen werd sowieso met lagere doseringen gewerkt. De effecten op de pH zullen dan ook minder groot zijn. In de proeven met behandelingen bij het poten van verschillende aardappelrassen werd met de hoge dosering middel C en met de lage dosering ureum + kopersulfaat gewerkt. Vermoedelijk was de pH in de aangebrachte behandelde grond in beide gevallen dus verhoogd. Voorzover directe effecten op de doding van wratziektesporangien of zoösporen een rol hebben gespeeld, zal dit dus gewerkt hebben via ammoniak.

Uitzieling bij resistente rassen en niet-waardgewassen

In het onderzoek naar het effect van teelt van resistente rassen en niet-waardgewassen was in zowel de potproef als de veldproef de spreiding groot en zijn er soms vreemde resultaten aangetroffen. Hiervoor zijn meerdere mogelijke oorzaken aan te geven. Met het gebruikte monster en de analysemethodiek wordt een deel van de besmetting niet opgespoord. Wanneer wratten onvoldoende uiteen vallen kan dit bij monsternamen veel spreiding tussen de herhalingen opleveren, omdat door toeval in het ene monster veel half verteerd wratweefsel is terechtgekomen en in het andere niet. Dit treedt vooral op bij rassen die veel wratweefsel achterlaten. In beide proeven werd de eindbemonstering een half jaar na de oogst uitgevoerd. Op het moment dat er wratweefsel gevormd is, dan is het wellicht beter langer dan een jaar te wachten met de eindbemonstering. De resultaten en de daaruit voortvloeiende conclusies zijn gebaseerd op deze proef die gedurende drie jaar heeft plaatsgevonden op één locatie. Daarom is het belangrijk om de resultaten als indicatieve waarden te beschouwen. Toch was het mogelijk enige uitspraken te doen omtrent de uitzieling van wintersporangien van wratziekte.

Een verschil tussen dit onderzoek met de praktijk is dat in dit onderzoek al het wratweefsel op het land achterbleef, terwijl in de praktijk alleen kleine wratjes en bij de oogst reeds verteerde op stengels gevormde wratten op het land achterblijven. Grote wratten gevormd op stolonen of knollen worden meege oogst. De effecten op vermeerdering zullen in praktijk dus kleiner zijn. Uit het vruchtwisselingsonderzoek, waarbij in een veldproef in de veenkolonien werd gekeken naar het effect van 1 : 1 en 1 : 2 teelt van aardappelrassen of granen op de mate van besmetting van de grond, is gebleken dat de daling van de besmetting in de loop van enkele jaren sterk kan zijn bij de teelt van een hoog resistent ras (Seresta en Saturna) en graan. Tussen deze teelten werd geen duidelijk verschil geconstateerd. Ook in een pottenproef, waarbij werd gekeken naar continue teelt van aardappelrassen, groenbemesters en braak, werd veelal een sterke, maar wisselende daling van de besmetting gevonden. Bij het pottenonderzoek kan de snelheid van de daling sterk beïnvloed zijn doordat de besmette grond in de winter maanden opgeslagen werd in plastic zakken. Bij de resistente rassen Saturna en Astarte, bij de diverse groenbemesters en bij braak werd een duidelijke en vergelijkbare daling van de besmetting verkregen. Bij het hoog resistent ras Seresta vond er geen daling plaats. Omdat

er in geen van de jaren wratweefsel werd gevormd is er hoogstwaarschijnlijk sprake van een fout. Geconcludeerd kan worden dat de daling van de besmetting met wratziekte niet afhangt van het gewas wat geteeld wordt of van het braak houden. Hoe minder resistent een ras is, hoe groter de toename van de besmetting zal zijn.

Uit de literatuur is het bekend dat andere Solanaceae, zoals tomaat, aangetast kunnen worden door wratziekte. Over de mogelijke aantasting van zwarte nachtschade door wratziekte is de informatie beperkt. Alleen Hampson (1993) geeft aan dat zwarte nachtschade een potentiële 'carrier' is voor wratziekte. In de pottenproef werd zelfs bij de volgens berekening zeer lage besmetting van 0,07 sporangiën per g grond een zeer zware aantasting verkregen op de rassen Producent en Kartel. Ook Elkana werd vrij zwaar aangetast. Anderzijds kon bij Astarte en Saturna alleen bij een extreem zware besmetting van de grond een aantasting verkregen worden. Hiermee wordt bevestigd dat de keuze in de huidige HPA verordening voor rassen die in het preventiegebied niet en wel geteeld mogen worden juist is.

Wratziekteverordening en rasresistentieniveau

Uit de diverse proeven met aardappelryassen is gebleken dat het beleid om de teelt van rassen met een resistentie voor fysio 2 / 6 lager dan een 6 niet toe te staan sowieso terecht is. Op basis van het uitgevoerde onderzoek is niet te verifiëren bij welk resistentieniveau de grens precies moet liggen. Hoe hoger het resistentiecijfer, hoe kleiner de kans op aantasting door wratziekte is.

Nieuwe besmettingen worden nog steeds gevonden. Volgens Baayen van de Plantenziektenkundige Dienst (pers. med., 2004) hangen nieuwe besmetverklaringen samen met het ontduiken van deze regelgeving. Hierbij kan sprake zijn van rasvermenging bij gebruikmaking van TBM pootgoed, of het bewust telen van een laag resistent ras. De aantasting door wratziekte op zich van het te laag resistente ras kan op verschillende wijzen ontstaan zijn: a) het perceel was al besmet, maar niet besmet verklaard; b) het pootgoed was aangetast door wratziekte; c) met verstuiwing of aanhangende grond zijn sporangiën van een besmet perceel op het perceel gekomen. De mogelijkheden a) en b) moeten voorkomen worden door inspecties volgens het huidige beleid. Mogelijkheid c) kan voorkomen worden door stringenter naleven van de quarantainemaatregelen volgens het huidige beleid of door bijvoorbeeld het dwingend opleggen van maatregelen op besmet verklaarde percelen waardoor de uitzieking versneld wordt. Immers een perceel waarvan de besmetting versneld op een laag niveau gebracht wordt, geeft minder kans op verspreiding van sporangiën.

8 Conclusies

- Gemiddeld over alle rassen en alle 5 veldproeven gaf de toepassing van 16 g middel C op de poter een vermindering van het aantal aangetaste planten van ongeveer 60%. De hoeveelheid geproduceerd wratweefsel nam gemiddeld over alle rassen en 4 veldproeven af met bijna 90%. Ureum + kopersulfaat had een vrijwel even sterk effect.
- Gebleken is dat het officieel onvatbare ras Felsina bij een vrij zware ziektedruk aangetast kan worden door wratziekte fysio 1.
- De toepassing van middel C bij het poten voorkwam bij het officieel onvatbare ras Felsina de aantasting door wratziekte fysio 1.
- De toepassing van middel C (16 g op de poter) of ureum + kopersulfaat (1,6 + 0,6 g op de poter) bij het poten van de rassen Maritiema, Bintje, Hansa, Producent, Elles en Kartel verminderde de aantasting door de fysio's 1 resp. 2/6 sterk.
- Bij de meer vatbare rassen is geconstateerd dat het effect van middel C op het voorkomen van wratziekte sterker is dan het effect van ureum + kopersulfaat.
- Er bleken grote verschillen te zijn in veldresistentie voor fysio 1: het ras Hansa werd in de proeven iets zwaarder aangetast dan Felsina, Bintje werd nog zwaarder aangetast en het zwaarst werd Maritiema aangetast.
- Bij onderzoek met wratziekte fysio 2/6 is gebleken dat bij een vrij zware ziektedruk de rassen Kartel en Elles ongeveer even zwaar door wratziekte aangetast worden. De bijstelling van de Rassenlijstcijfers van 6 resp. 4 naar beide een 5 is dus terecht.
- De resistente rassen Donald, Seresta en Starga gaven geen aantasting en dus geen vermeerdering van wratziekte fysio 2/6.
- De volveldstoepassing van 20.000 kg/ha middel C gaf een verlaging van de bodembesmetting met wratziekte fysio 1 met 15 tot 28%.
- Met de volveldstoepassing met de hoogst toegepaste doseringen zuiver middel C, ureum, kopersulfaat, ureum + kopersulfaat, stalmestpoeder en varkensdrijfmest en met biologische grondontsmetting werden geen perspectiefvolle resultaten geboekt om de bodembesmetting met wratziekte te verlagen.
- Een hoog gehalte aan vluchtige vetzuren in varkensdrijfmest gaf geen doding van wratziektesporangiën, zoals er wel een doding verkregen kan worden van bepaalde bodempathogenen.
- De natuurlijke daling van de wratziektebesmetting werd in enkele gevallen geremd. Droogte kon hierbij een oorzaak zijn, maar het lijkt er op dat bepaalde behandelingen mogelijk leiden tot inactiviteit van de sporangiën of tot remming van bodemleven wat sporangiën afbreekt.
- De vermindering van de aantasting van aardappelplanten bij toepassing van middel C of ureum + kopersulfaat bij het poten wordt waarschijnlijk vooral door het effect van ammoniak op doding zoösporen en/of het plantversterkend effect bereikt en slechts in beperkte mate door directe doding van sporangiën.
- De aantasting met wratziekte van een vatbaar of partieel resistent ras kan in een onbehandelde situatie een besmetting van de bodem geven van enkele tot meer dan 10 sporangiën per gram grond.
- De toepassing van een behandeling met middel C of ureum + kopersulfaat bij het poten van aardappelen kan een negatief effect op de groei hebben. Aanpassing van de toepassingsmethode of vervroeging van de toepassing kan dit schadelijke effect mogelijk voorkomen zonder vermindering van de effectiviteit.
- De productiecapaciteit van aardappelplanten werd niet beïnvloed door de aantasting met wratziekte.
- Het bleek dat de wintersporangiën snel afbreken in de bodem en vaak na twee tot drie jaar niet meer aantoonbaar zijn. Analyse van meer onderzoeksresultaten moet de snelheid van daling beter in beeld brengen.
- Verschillen tussen braak en braakgewassen voor wat betreft de uitzieking waren klein en niet significant.
- Na de teelt van de rassen met een resistentiecijfer vanaf 7 is zowel bij de 1 op 1 teelt als bij de 1 op 2 teelt een afname van de besmetting waargenomen.

- Een zeer laag besmettingsniveau (0,07 sporangiën per g grond volgens berekening) kon bij vatbare rassen een zware aantasting geven.
- Middel C gaf een onkruidonderdrukkend effect.
- De rendabiliteit van een behandeling met middel C hangt sterk af van de benodigde dosering en prijs.
- De kosten van een volveldsbehandeling met 20.000 kg per ha middel C zijn bij een prijs van €0,25 per kg te hoog vergeleken met de economische schade door wratziekte. Dit geldt zowel voor het verlagen van de bodembesmetting als voor het voorkomen van een besmetverklaring.
- De kosten van een éénmalige behandeling met middel C bij het poten zijn wel acceptabel als een "verzekeringspremie" om een langdurige saldoevermindering a.g.v. een besmetverklaring te voorkomen.
- Bij een prijs van middel C van €0,05 per kg is een volveldsbehandeling met 20.000 kg per ha voor versneld uitzielen of voorkomen van een besmetverklaring in het Zuid Oosten wel te overwegen. In de Veenkoloniën blijft deze toepassing te duur.
- Een besmetverklaring leidt in het Zuidoostelijk zandgebied tot een andere aanpassing van het bouwplan dan in de Veenkoloniën. De rendabiliteit van een volveldstoepassing van middel C lijkt in samenhang hiermee in het Zuidoostelijk zandgebied eerder rendabel dan in de Veenkoloniën.
- De volveldstoepassing van middel C leidt tot een zeer hoge aanvoer van stikstof en daarmee tot een aanzienlijke MINAS-heffing.
- De toepassing van middel C, ureum en kopersulfaat bij de teelt van aardappelen geeft vermoedelijk geen problemen met de nieuwe mestwetgeving wat betreft heffingen.
- De toekomstige wetgeving ter vervanging van MINAS schept ruimte voor de toepassing van middel C.
- Een behandeling met middel C beperkt tot wratziektehaarden is om de toepassingskosten te beperken en vanwege MINAS interessant. Hiertoe moeten de haarden middels intensieve bemonstering in beeld gebracht worden.
- Uitbreiding van het aantal besmette percelen kan voorkomen worden door het dwingend opleggen van maatregelen op besmet verklaarde percelen waardoor de uitzieling versneld wordt.
- Bepaling van incidentie en hoeveelheid wratweefsel en/of hoeveelheid sporangiën is afdoende om het effect van behandelingen op de aantasting door wratziekte van aardappelen te bepalen. Arbeidsintensieve bepaling van de wratziekte-index is overbodig.

9 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Momenteel lopen nog de volgende veldproeven:

- Besmettingsverloop in rassenproef 2000 – Ysselsteyn (LAB627)
- Besmettingsverloop besmette perceelsvakken – Nieuw-Weerdinge (LAB747)
- Langjarig effect middel C – Ysselsteyn (LAB631)
- Langjarig effect middel C – Nieuw-Weerdinge (LAB787)
- Effect toepassingstijdstip middel C en herhaalde grondbewerking – Ysselsteyn (LAB788)

In het uitgevoerde onderzoek is in veldproeven gekozen voor een vrij lage dosering ureum. Het is interessant om na te gaan of een hoge dosering ureum wel effectief is. Met een dosering van 3000 kg/ha wordt evenveel stikstof toegediend als met 20.000 kg/ha middel C. Verschil is wel dat van ureum alle stikstof snel omgezet wordt.

Uit resultaten van de uitgevoerde proeven waarin meerdere keren in de tijd de sporangiëndichtheid is bepaald op het onbehandelde object, is gebleken dat de dichtheid soms sterk daalde en soms nauwelijks daalde. Nadere analyse van deze resultaten is nodig om meer duidelijkheid te krijgen over de snelheid van de natuurlijke daling in de loop der jaren. Omdat de proeven veelal beperkt zijn tot slechts twee percelen (Ysselsteyn en Nieuw-Weerdinge) is het belangrijk om op meerdere praktijkpercelen na te gaan hoe snel een natuurlijke besmetting daalt. Tevens kan hiermee een indruk verkregen worden of er een verschil in uitziekingsnelheid bestaat tussen de verschillende fysio's.

Omdat volveldsbehandelingen ter bestrijding van wratziekte economisch en milieutechnisch problematisch zijn, is het belangrijk om te weten hoe de besmetting met wratziekte over een perceel verdeeld is. Als dit goed in kaart gebracht kan worden, dan kunnen behandelingen beperkt worden tot relevante perceelsgedeelten.

Middel C en ureum werken vooral bij weinig resistente rassen. Verder onderzoek is nodig naar dosering en toepassingswijze om voor de industrie belangrijke rassen te kunnen blijven telen tegen een aantrekkelijk saldo.

In het onderzoek werd bij toepassing van middel C een korte termijn effect gevonden. Voor interpretatie van de onderzoeksresultaten is het belangrijk om te weten waardoor dit effect ontstaat. Een eenvoudige laboratoriumproef kan hier duidelijkheid in geven.

Als uit het te Ysselsteyn aangelegde proefveld 'Effect toepassingstijdstip middel C en herhaalde grondbewerking' blijkt dat deze factoren een belangrijke rol spelen, dan is het interessant om na te gaan of hetzelfde effect verkregen wordt op het proefperceel te Nieuw-Weerdinge.

Omdat de volveldstoepassing van middel C vrij kostbaar is, is het interessant om na te gaan of met andere goedkopere bronnen van middel C of andere stikstofrijke materialen dezelfde effecten tegen wratziekte bereikt kunnen worden. Het is nog onduidelijk via welk 'mechanisme' middel C effect heeft op wratziekte. Inzicht hierin kan de zoektocht naar goedkope vervangers meer perspectief geven.

Sinds enkele jaren komen in Nederland besmettingen voor met fysio 18. Het is niet bekend of dit fysio hetzelfde reageert op volveldsbehandelingen en maatregelen bij het poten van aardappelen als de fysio's 1 en 2/6. Tevens is van fysio 18 niet bekend of de vermeerderingssnelheid vergelijkbaar is met de vermeerderingssnelheid van de fysio's 1 en 2/6. Het is belangrijk om hierop gericht onderzoek uit te voeren.

Literatuur

- Baayen RP, Bonthuis H, Withagen JCM, Wander JGN, Meffert JP, Cochius G, van Leeuwen GCM, Hendriks H, Heerink B, van den Boogert PHJF, van de Griend P and Bosch RA (2004) Resistance of potato varieties to *Synchytrium endobioticum* in field and laboratory tests, risk of secondary infection, and implications for phytosanitary regulations for potato wart disease. EPPO Bulletin in press
- Bus CB (2003) Onderzoek bestrijding poederschurft bij aardappelen. Een documenterend verslag van ruim 50 veld- en andere proeven over de periode 1995 - 2001. PPO 5154360: 47 pp
- Hampson MC (1992) A bioassay for *Synchytrium endobioticum* using micropropagated potato plantlets. Canadian Journal of Plant Pathology 14: 289-292
- Hampson MC (1993) History, biology and control of potato wart disease in Canada. Canadian Journal of Plant Pathology 15: 223-244
- Hampson MC and Coombes JW (1995) Reduction of potato wart disease with crushed crabshell: suppression or eradication? Canadian Journal of Plant Pathology 17: 69-74
- Laidlaw WMR (1985) A method for the detection of the resting sporangia of potato wart disease (*Synchytrium endobioticum*) in the soil of old outbreak sites. Potato Research 28: 223-232
- Rintelen J, Schöner M and Hunnius W (1983) Nachweis und Lebensdauer des Kartoffelkrebserregers in alten Krebsherden (Detection and longevity of potato wart pathogen in once-infested foci). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 90: 251-257
- Tenuta M, Conn KL and Lazarovits G (2002) Volatile fatty acids in liquid swine manure can kill microsclerotia of *Verticillium dahliae*. Phytopathology 2002; 92: 548-552

Bijlage 1. Kennisoverdracht

- Anonymous, 2003. Middel C remt wratten. OOGST Landbouw, 14 maart 2003, p. 44.
- Anonymous, 2004. Gemalen garnaal tegen wratziekte in aardappel. www.agriholland.nl
- Boerma, M., J. Lamers en J. Wander, 2003. Middel C remt wratziekte. OOGST-PLUS, 4 april 2003, p. 21.
- Ellenkamp, R, 2003. Middel C veelbelovend middel in strijd tegen wratziekte. Telers kunnen op Akkerbouwmanifestatie Zuidoost-Nederland onderzoeksresultaten bekijken. Stal & Akker, 6-9-03, p.23.
- Maanen, G. van, 2004. Gemalen garnaal kan wratziekte in aardappelteelt terugdringen. Wb 6 (12), p. 4.
- Wander, J. en J. Lamers, 2003. Wratziekte: voorkómen beter dan genezen. Posterpresentatie op Akkerbouwmanifestatie Vredepeel 10-9-03.
- Wander, J. en J. Lamers, 2004. Middel C verlaagt de aantasting van aardappelen en de bodembesmetting met wratziekte (*Synchytrium endobioticum*). Inleiding op KNPV gewasbeschermingsdag 24-3-04.
- Wander, J. en J. Lamers, 2004. Middel C verlaagt de aantasting van aardappelen en de bodembesmetting met wratziekte (*Synchytrium endobioticum*). Gewasbescherming 35 (2), p. 94 - 95.