

Rhizomanie-onderzoek

ir. Y. Hofmeester

verslag nr. 115
december 1990



VOORWOORD

In dit verslag worden de resultaten van het onderzoek aan rhizoïmanie gedurende de periode 1987-1989 besproken. Dit onderzoek kon dankzij extra financiële middelen gestart worden en wordt sinds 1 juli 1990 voortgezet, voorlopig voor 3 jaar.

Mijn speciale dank gaat uit naar J. Hartveld die gedurende een groot deel van de afgelopen drie jaar ondersteuning verleende aan dit onderzoek, zowel op het veld als in het laboratorium en de kas.

Daarnaast wil ik G. Tuitert van het IRS te Bergen op Zoom bedanken voor de prettige samenwerking tijdens dit onderzoek, dat gedeeltelijk gezamenlijk werd opgezet en uitgevoerd.

Y. Hofmeester

Lelystad, juni 1990

INLEIDING	4
1. SYMPTOOMEXPRESSIE BIJ RHIZOMANIE	7
1.1 Inleiding	7
1.2 Relatie symptomen en aanwezigheid van rhizomanie	8
1.3 Symptoomveranderingen?	10
1.4 Discussie	11
1.5 Conclusies	13
2. BEMONSTERINGSMETHODEN	14
2.1 Inleiding	14
2.2 Tijdstip van monsternamen	14
2.3 Bemonsteringsintensiteit	15
2.3.1 Inleiding	15
2.3.2 Uitgevoerde grondbemonsteringen	16
2.3.3 Uitgevoerde plantbemonsteringen	20
2.4 Verdeling van rhizomanie binnen een veld	21
2.5 Besmettingsgraad	22
2.6 Conclusies	23
3. VERSPREIDING VAN RHIZOMANIE	24
3.1 Inleiding	24
3.2 Actieve verspreiding	24
3.3 Passieve verspreiding	25
3.4 Conclusies	26
4. SCHADE DOOR RHIZOMANIE	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Proef met verschillende kunstmatige besmettingsgraden	27
4.3 Proef met natuurlijke besmettingen	29
4.4 Relatie besmettingsgraad en opbrengst	31
4.5 Conclusies	35
5. AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	36
LITERATUUR	37

INLEIDING

Wat is rhizomanie?

Rhizomanie is de naam voor een ziekte van de suikerbiet, die veroorzaakt wordt door het beet-necrotic-yellow-vein virus, afgekort BNYYV (Tamada, 1975). Dit virus wordt door de bodemschimmel Polymyxa betae overgebracht in de plantewortel (Keskin, 1964).

Deze schimmel kan zich alleen vermeerderen in levende wortels van een aantal planten uit de familie van de ganzevoetachtigen (Chenopodiaceae) zoals de cultuurgewassen suikerbiet, voederbiet, rode biet en spinazie.

Op onkruiden zoals melde, die eveneens tot de Chenopodiaceae behoren, kan de schimmel wel leven, maar schijnt het virus zich niet te kunnen vermeerderen (Winner, 1987).

Hoewel de ziekte een beperkt aantal waardplanten heeft, is het toch een groot probleem voor met name de bietenteelt. Dit komt doordat de ziekte zo persistent is. De schimmel overleeft namelijk met rustsporen (met daarin het virus), die gedurende lange tijd kunnen overleven in de grond. Deze rustsporen zijn vrijwel ongevoelig voor chemische bestrijdingsmiddelen en kunnen temperaturen tot 50°C gedurende perioden van enkele maanden doorstaan (Asher, 1988). Het verhitten van vochtige grond gedurende 30 minuten is bij 65°C pas dodelijk voor de rustsporen (Asher en Blunt, 1987). Het virus wordt in bietesap geïnactiveerd na 10 minuten bij 65 - 70°C (Tamada, 1975).

Ook onder water zetten van besmette grond gedurende 11 maanden veranderde niets aan het infectievermogen van de schimmel en het virus (Heijbroek, 1987).

Zodra echter een waardplantwortel in de buurt van de rustsporen komt, lokken deze met zoösporen. Deze zoösporen hebben flagellen waarmee ze zich voortbewegen in het bodemvocht naar een haarwortel van de waardplant. De zoöspore prikt de plantecel aan en stroomt als het ware leeg in de plantecel. Daarmee komt ook het virus dat zich in de schimmel bevindt, naar binnen. Daarna deelt de schimmel zich vele malen, waardoor nieuwe zoösporen ontstaan, die de wortel weer verlaten en opnieuw een infectie teweeg kunnen brengen (Koch, 1982). Deze cyclus is onder gunstige omstandigheden binnen 4 dagen rond, en kan zich gedurende een bietenteelt dus vele malen herhalen. Een deel van de zoösporen verlaat de wortel echter niet na een infectie maar gaat over in de vorm van rustsporen, die vervolgens met het afsterven van de wortelharen vrij in de grond terecht komen (Asher en Blunt, 1987). Hoe snel deze dan weer kunnen lokken is niet precies bekend, maar een deel ervan in ieder geval weer na een paar weken.

Bij iedere infectie door de schimmel kan ook het virus worden overgebracht. Eenmaal in de wortel, gaat het virus zich met het erfelijke materiaal van de plant vermeerderen, hetgeen ten koste van de groei en ontwikkeling van de plant zelf gaat. Omdat dit zich vele malen per bietenteelt kan herhalen, kan de ziekte grote schade veroorzaken.

De mate waarin schade optreedt is van een aantal factoren afhankelijk. Hierop wordt in het hoofdstuk schade door rhizomanie verder ingegaan.

In sommige gevallen is de schade zo groot dat bietenteelt geheel onmogelijk is geworden. Dergelijke voorbeelden zijn te vinden in Noord-Italië, waar zelfs suikerfabrieken hun deuren hebben moeten sluiten, maar ook dichterbij in Frankrijk en Duitsland, en zelfs op enkele plaatsen in Nederland.

Voorkomen

In Nederland is de ziekte sinds 1983 met zekerheid vastgesteld, doch ze komt vermoedelijk al veel langer in ons land voor (Heijbroek, 1989).

Dit hangt samen met het feit dat sinds die tijd pas een methode beschikbaar is om het virus aan te tonen (een ELISA-test).

In Nederland zijn een aantal regio's waar rhizomanie vrij veel voorkomt, zoals rondom Nagele en Ens in de Noordoostpolder en op Tholen en in de omgeving van Veere in het Zuid-westen. In 1989 werd rhizomanie ook elders in Nederland aangetroffen op enkele percelen.

Aantonen van rhizomanie

Het virus is aan te tonen met behulp van een serologische test, de ELISA-test. Deze test berust op het principe van specifieke binding van een antilichaam met het mantelwit van het virus. Daartoe moet het virus uit de plantewortel worden gehaald. Dit gebeurt door het uitpersen van een stukje biet, daar waar deze ongeveer 1 cm in doorsnede is. Als er nog geen penwortel gevormd is wordt ook wel het gehele wortelstelsel genomen.

Met een monster uit dat perssap wordt dan een ELISA-test uitgevoerd. Aan het eind van de test wordt op grond van een verkleuring van het monster vastgesteld of het virus aanwezig was of niet. Een uitgebreide beschrijving van de ELISA-test geven Clark en Adams (1977).

Onderzoek

Om zo snel mogelijk meer over de ziekte te weten te komen ten aanzien van verspreiding en epidemiologie, maar ook over de mogelijkheden de ziekte te bestrijden is in 1987 in Nederland op meerdere onderzoeksinstituten (IRS, ŠVP, IPO en PAGV) onderzoek gestart.

In dit verslag worden de onderzoeksresultaten van 1987 t/m 1989 besproken voor zover deze op het PAGV zijn verkregen.

In eerste instantie werd onderzoek gestart naar het effect van cultuur- en teeltmaatregelen op de schade door rhizomanie.

Het bleek al snel dat dit niet veel perspectief had. Een maatregel als het uitplanten van bieten in plaats van zaaien bleek wel enigszins effect te hebben, maar kost al snel fl 1400,-/ha meer (Smit, et al. 1988).

Grondontsmetting bewerkstelligde wel een teruggang in de populatiedichtheid, maar deze was slechts van zeer kortdurende aard. Na één bietenteelt was er zo'n sterke vermeerdering opgetreden dat er van het grondontsmettingseffect op de populatie niets meer te merken was. Onderzoek op dit terrein werd dan ook binnen een jaar afgerond (Hofmeester, 1988).

Daarnaast richtte de aandacht zich op de volgende aspecten:

- symptoomexpressie;
- bemonsteringsmethoden;
- verspreiding;
- schaderelatie.

Wat betreft de symptoomexpressie en verspreiding is het onderzoek afgerond. De ontwikkelde bemonsteringsmethode zal in 1990 in de praktijk getoetst worden, en het onderzoek naar de schade-relatie zal nog verder worden uitgebouwd, onder andere met de kwantitatieve biotoets. Dit zal ook voor de nieuwe partieel resistente rassen nog moeten worden onderzocht.

De meeste waarnemingen en proeven waarover in dit verslag gesproken wordt, zijn uitgevoerd op twee plaatsen in de Noordoostpolder, te weten het proefbedrijf de OBS te Nagele en de quarantainetuin van de Planteziektenkundige Dienst te Emmeloord.

Op de OBS is van nature rhizomanie aanwezig op verschillende percelen en in verschillende mate. Op de PD-tuin zijn kunstmatig besmettingen in verschillende mate aangebracht via opbrengen van besmette grond. Deze proefplaatsen zullen gemakshalve steeds aangeduid worden met OBS en PD-tuin.

1. SYMPTOOMEXPRESSIE BIJ RHIZOMANIE

1.1 Inleiding

Rhizomanie dankt haar naam aan de baardige wortels die ze kan veroorzaken (riza=wortel, mania=waanzin). Dit is eigenlijk vreemd omdat dit wortelsymptoom niet specifiek voor rhizomanie is. Een baardig wortelstelsel kan ook andere oorzaken hebben. In tabel 1 staat een overzicht van alle mogelijke symptomen van rhizomanie, zowel boven- als ondergronds, en de mogelijk andere oorzaken voor diezelfde symptomen.

Tabel 1. Overzicht van mogelijke symptomen veroorzaakt door rhizomanie.

	symptoom van rhizomanie	dezelfde symptomen bij
bovengronds	- bladkleur lichtgroen	stikstofgebrek wateroverlast
	- donkergroen, gekronkeld blad	zink- of molybdeengebrek
	- nervvergeling	
	- steile bladstand	wateroverlast
	- verwelking	droogte aantasting door bietecyste- of wortelsieaaltje verwelkingsziekte
ondergronds	- insnoering penwortel	gordelschurft
	- enorme zijwortelvorming ('baarden')	aantasting bietcysteaaltjes
	- rotting van de penwortel	rhizoctonia-ziekte
	- verkleuring vaatbundels	borium- of calciumgebrek zwarte houtvatenziekte bacterie-infectie verwelkingsziekte

Uit: Anonymus (1987) en Vuittenez (1980).

De donkergroene bladkleur zou met name optreden bij een vroege infectie onder droge omstandigheden, terwijl de biet op een lichtere aantasting zou reageren met een lichtgroene tot gele bladkleur en een steile stand (Richard-Molard, 1984).

Uit tabel 1 blijkt dat alleen nervvergeling van het blad een specifiek symptoom is van rhizomanie (vergelijk de naam van het virus).

In alle gevallen waarin alleen de niet specifieke symptomen van rhizomanie zichtbaar zijn, kan slechts een ELISA-test uitsluitel geven over de aanwezigheid van rhizomanie. Het zou echter te ver gaan wanneer alle verdachte bieten één voor één getest zouden moeten worden. Daarom is van 1987 t/m

1989 onderzocht hoe vaak één of meerdere niet specifieke symptomen daadwerkelijk in verband konden worden gebracht met rhizomanie.

1.2 Relatie symptomen en aanwezigheid van rhizomanie

Op de OBS, PD-tuin en een aantal praktijkpercelen werden planten uit het veld gehaald die een lichtgroene tot gele bladkleur hadden of juist erg donkergroen waren met gekronkeld blad (de bovengrondse symptomen die kunnen wijzen op aanwezigheid van rhizomanie).

Van sommige van deze percelen was bekend dat er rhizomanie in de grond voorkwam, van andere niet, maar bestond er wel een vermoeden dat het zo zou zijn.

In de onderstaande tabellen is aangegeven welk percentage planten inderdaad rhizomanie bevatte, ofwel ziek was (blijkens een ELISA-test).

Daarbij wordt eveneens aangegeven welk percentage bovendien ondergrondse symptomen vertoonde, zoals een baardig wortelstelsel en verkleuring van de vaatbundels (afgekort baard en vaat).

Tabel 2. Relatie bovengrondse-, ondergrondse symptomen en ziekte op verschillende plaatsen op de OBS in 1987.

maand	besmetting	totaal aantal planten	% ziek	% baard	% vaat
juli	zeker	17	100	88	76
	vermoedelijk	33	94	82 (78)	64
oktober	zeker	3	0	-	-
	vermoedelijk	15	0	-	-

(..) = percentage met dit symptoom dat ook ziek was

Onder de zieke planten waren er 4 met nerfvergelingsymptomen.

Deze stonden zowel op besmette als vermoedelijk besmette plaatsen.

Niet alle zieke planten vertoonden ondergrondse symptomen; met name het percentage verbruinde vaatbundels bleef achter bij het percentage zieke planten. Alle planten met vaatverbruining bleken ziek te zijn.

Tabel 3. Relatie bovengrondse-, ondergrondse symptomen en ziekte op verschillende praktijkpercelen in 1987.

maand	besmetting	totaal aantal planten	% ziek	% baard	% vaat
augustus	zeker	15	47	67 (40)	53 (47)
	zeker	15	60	73 (60)	73 (53)
	vermoedelijk	16	6	38 (6)	19 (6)
	vermoedelijk	17	18	24 (11)	53 (18)
oktober	vermoedelijk	7	0	-	-

(..) = percentage met dit symptoom dat ook ziek was

Op beide bekend besmette percelen was 1 plant met nervvergelingsymptomen.

Bijna alle planten met ondergrondse symptomen waren ziek. Er waren echter ook planten met baardigheid en vaatverbruining die niet ziek waren.

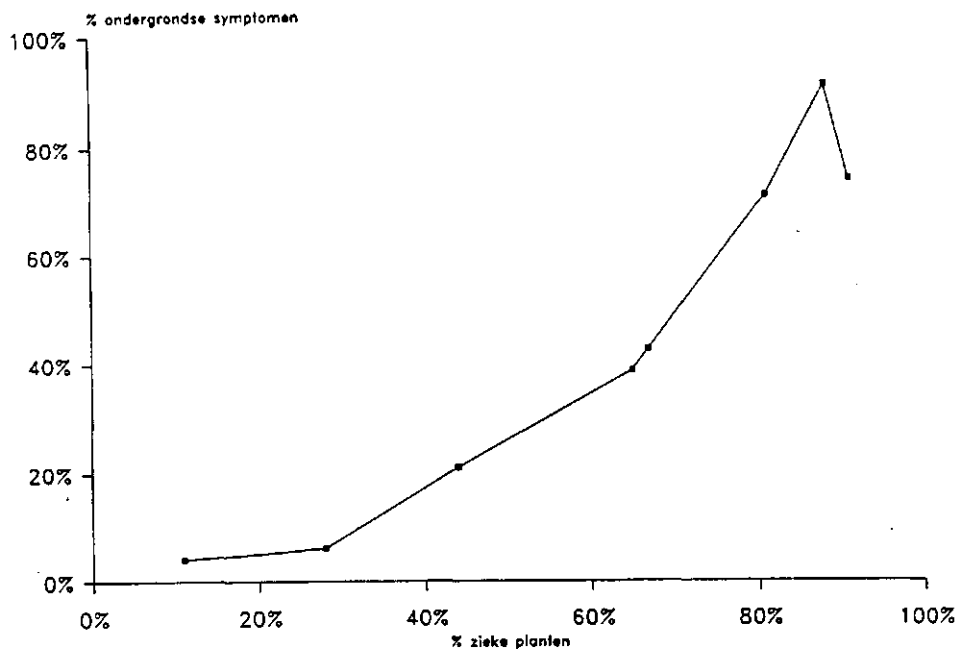
Tabel 4. Relatie bovengrondse-, ondergrondse symptomen en ziekte op de OBS in 1988.

maand	besmetting	totaal aantal planten	% ziek	% baard	% vaat
juli	zeker	15	80	-	-
	vermoedelijk	35	69	-	-
augustus	zeker	15	73	87 (66)	67 (53)
	vermoedelijk	30	80	83 (73)	83 (67)
	vermoedelijk	50	68	80 (62)	76 (62)
september	zeker	15	67	-	-
	vermoedelijk	35	69	-	-
	vermoedelijk	49	41	-	-

(..) = percentage met dit symptoom dat ook ziek was

De meeste planten met ondergrondse symptomen bleken ziek te zijn. Er waren echter ook gezonde planten met die symptomen en zieke planten zonder die symptomen.

In 1989 werden geen planten op lichtgroene kleur geselecteerd. Wel werd bij het oogsten van diverse proeven steeds beschreven of de geoogste planten ondergrondse symptomen hadden. Het bleek dat naarmate de perceelsbesmetting hoger was, er een hoger percentage planten ziek was. Uit figuur 1 blijkt naarmate het percentage zieke planten hoger was, ook het percentage ondergrondse symptoomplanten toenam.



Figuur 1. Relatie % zieke planten en % ondergrondse symptoomplanten.

1.3 Symptoomveranderingen?

Omdat in 1987 rhizomanie in het najaar niet meer aantoonbaar was in de symptoomplanten, werden in 1988 op de PD-tuin en de OBS respectievelijk 14 en 50 planten in juli geselecteerd op lichtgroene kleur. Van die planten werd vastgesteld hoeveel er een steile en of spitse bladstand hadden. In september werden diezelfde planten nogmaals beoordeeld op hun uiterlijk en getest op de aanwezigheid van rhizomanie. Zodoende kon vastgesteld worden of er verandering in uiterlijk van symptoomplanten opgetreden was.

Tabel 5. Aantal planten met lichtgroene bladkleur in juli en de veranderingen in hun uiterlijk in de tijd.

maand	besmetting	totaal aantal planten	lichtgroen	steil	spits	ziek
juli	vermoedelijk	14	14	3	7	
september		14	12	12	10	3
juli	zeker	50	50	23	2	
september		50	48	21	13	44

De symptoomplanten veranderden nauwelijks van kleur. De bladstand veranderde wel in de loop van het seizoen. De spitse bladvorm ontwikkelde zich op beide percelen in toenemende mate in de tijd.

De steile bladstand nam op het ene perceel eveneens toe, op het andere perceel was hierin geen toename in absolute zin, maar de 23 planten in juli waren grotendeels andere dan de 21 planten in september.

Op het besmette perceel kon in het najaar 88% van de symptoomplanten ziek bevonden worden, op het vermoedelijk besmette perceel was dat 21%.

1.4 Discussie

De relatie tussen het vertonen van symptomen die op rhizomanie duiden en het besmet zijn met het virus was niet steeds hetzelfde.

In de eerste plaats was opvallend dat het percentage zieke planten in het najaar steeds lager was dan in de zomer (soms zelfs 0).

Schäufele et al. (1979), Hillman en Schlösser (1984) en Häni (1987) melden allen dat in het najaar de ELISA-waarden dalen. Een internationaal ringonderzoek toonde aan dat van juni tot oktober zieke planten konden worden aangetoond, maar in veel landen in juli en augustus met de hoogste ELISA-waarden. De reden daarvan is niet bekend.

Bovengrondse symptomen

In de zomer 1987 waren bovengrondse symptoomplanten slecht te vinden. Wanneer ze gevonden werden bleek op de OBS ook een erg hoog percentage planten ziek te zijn (97%), op besmette praktijkpercelen lag dat percentage rond 50%.

In 1988 was het in de zomermaanden geen probleem bovengrondse symptoomplanten te vinden. 77% op besmette percelen, en 72% op vermoedelijk besmette percelen bleek daar daadwerkelijk ziek te zijn.

In 1989 was het percentage zieke planten, hoewel niet op symptoom geoogst, 73% op besmette percelen.

Ondergrondse symptomen

In 1987 bleken alle planten met vaatverbruining ziek te zijn. De vaatverbruining trad minder op dan baardvorming. Er waren ook zieke planten zonder ondergrondse symptomen en planten met baardvorming die niet ziek waren.

In 1988 bleken vrijwel alle planten met ondergrondse symptomen ook ziek te zijn. Vaatverbruining trad weer iets minder op. Er waren echter ook planten met deze ondergrondse symptomen die niet ziek waren en een paar zieke planten zonder ondergrondse symptomen.

In 1989 bleek dat de ondergrondse symptomen bij veel van de zieke planten voorkwamen, met name op de zwaarder besmette percelen.

De jaarverschillen in de relaties tussen de verschillende symptomen en het al dan niet ziek zijn, zijn gedeeltelijk verklaarbaar uit de verschillende weersomstandigheden.

Temperatuur is de belangrijkste abiotische factor die van invloed is op de ontwikkeling en expressie van rhizomanie (Richard-Molard, 1989). De mate van besmetting van de grond is een belangrijke biotische factor (Krexner, 1984 en Schäufele et al., 1979). Vooral in het voorjaar spelen deze factoren een beslissende rol. De infectie van *P. betae* geschiedt immers in de haanwortels, en wanneer de jonge kiemplanten direct en veelvuldig aangevallen worden, kunnen ze zich van het begin af aan niet goed ontwikkelen.

Een plant die al een dikke perwortel heeft zal minder last hebben van een infectie.

Het ligt dus voor de hand dat een vroege en ernstige infectie tot duidelijker en meer symptomen zal leiden. Koch (1976) bevestigt dit wat betreft de baardvorming.

De weersomstandigheden tot en met juni in de jaren 1987-1989 op de OBS/PD-tuin waren als volgt:

1987: te koud en 317 mm neerslag;

1988: in mei vrij warm ($>15^{\circ}\text{C}$'s nachts), juni te koud en 345 mm neerslag;

1989: vanaf mei temperaturen ver boven 15°C , vrij droog, 232 mm neerslag.

1989 was het meest optimale jaar voor rhizomanie omdat de vereiste temperatuur voor infectie en ontwikkeling van de schimmel (vanaf 10°C (Ivanovic, 1984)), en het virus ($10 - 15^{\circ}\text{C}$ (Horak en Schlösser, 1981)) het vroegst bereikt was. Ook in 1988 konden op grond van de temperatuur symptoomplanten verwacht worden.

In 1987 was het tot juli vrij koud. Symptoomexpressie van de ziekte zal daardoor achtergebleven zijn. Onderzoek uit Zweden toont aan dat BNYVV weliswaar de strenge winters in Zweden kan overleven, maar dat de symptoomexpressie achterwege blijft, hoewel de planten wel viruspositief waren in een ELISA-test (Lindsten, 1986).

De resultaten van 1987 t/m 1989 komen redelijk overeen met de bevindingen in het buitenland.

Hill en Torrance (1989) vonden dat 67% van de planten met bovengrondse symptomen ook daadwerkelijk ziek was op een perceel waarvan bekend was dat er rhizomanie voorkwam. Van de planten met ondergrondse symptomen bleek 85% ziek te zijn. Onder de planten zonder ondergrondse symptomen bleek toch ook nog 40% ziek te zijn.

Schäufele et al. (1979) meldt dat in 82% van de planten met sterke vaatverbruining virus kon worden aangetoond, en andersom er in 19% van de planten wel virus werd aangetoond, zonder vaatverbruining.

Vaatverbruining was in zijn onderzoek het symptoom met de beste correlatie met virusaanwezigheid.

In 1989 bleek dat naarmate de besmettingsgraad van het perceel steeg, het percentage zieke en symptoomvertonende planten ook toenam. Dit komt deels overeen met de melding dat naarmate de symptomen duidelijker zijn, er ook een hoger percentage zieke planten wordt gevonden (Schäufele et al., 1979). Het meten van de besmettingsgraad van de grond is sinds 1989 mogelijk middels een zeer arbeidsintensieve methode (Tuitert, 1990). Hierover is in relatie tot de symptoomexpressie dan ook zeer weinig bekend. Uit een proef die in 1989 op de OBS werd uitgevoerd, bleek een correlatiecoëfficiënt tussen de bovengrondse symptomen en de natuurlijk logaritme van het aantal infectieuze eenheden van 0.64 te bestaan (zie ook hoofdstuk 4).

Nervvergelijking komt volgens Koch (1976) in de regel maar bij 1% van de viruszieke planten voor. In dit onderzoek lag dat percentage gemiddeld op 0.7%.

1.5 Conclusies

1. Het betrouwbaarste tijdstip om rhizomanie aan de hand van symptoomplanten op te sporen is juli-/augustus.
2. In die periode is gemiddeld 74% van de bieten met bovengrondse symptomen aantoonbaar besmet met rhizomanie.
3. Als een biet vaatverbruining vertoont, is die in 80-100% van de gevallen aantoonbaar besmet met rhizomanie. Bij baardvorming ligt dat percentage iets lager.
4. Het komt voor dat planten met ondergrondse symptomen niet ziek zijn, en andersom.
5. Hoe zwaarder de besmetting, des te duidelijker de symptomen.

2. BEMONSTERINGSMETHODEN

2.1 Inleiding

Uit het vorige hoofdstuk is gebleken dat rhizomanie met een redelijk grote zekerheid opgespoord kan worden in het veld, door planten met bovengrondse symptomen uit het veld te halen en aan een ELISA-test te onderwerpen. De doeltreffendheid van deze methode bleek echter afhankelijk te zijn van de zwaarte van de besmetting van een perceel en de weersomstandigheden.

Een andere manier om rhizomanie aan te tonen is via grondmonsters. Daartoe wordt de verzamelde grond in potjes gedaan, waarin gedurende zes weken bietekiemplantjes groeien in de kas. Na die zes weken worden de wortels van de bieteplantjes schoongewassen en uitgeperst. Met het verkregen perssap wordt dan op dezelfde manier als bij bieten uit het veld een ELISA-test gedaan op het voorkomen van rhizomanie. Tot en met het uitpersen van de wortelstelsels wordt dit een biotoets genoemd.

In dit hoofdstuk worden plant- en grondbemonsteringen met elkaar vergeleken op hun waarde om rhizomanie op te sporen. Het gaat daarbij in eerst instantie om het al of niet opsporen (een zwart/wit reactie) van rhizomanie.

Aspecten die daarbij achtereenvolgens besproken zullen worden zijn:

- het tijdstip van monsternamen;
- bemonsteringsintensiteit
 - * de wijze van monsternamen
 - * de hoeveelheid te nemen monster

2.2 Tijdstip van monsternamen

Zoals uit hoofdstuk 1 is gebleken vormen de zomermaanden juli en augustus het optimale tijdstip om rhizomanie aan de hand van plantmonsters op te sporen.

Om vast te stellen wat het optimale tijdstip bij grondbemonsternamen is, zijn een aantal proeven genomen.

Op de OBS en PD-tuin zijn in respectievelijk 1987/1988 en 1988/1989 voor, tijdens en na de bieten- teelt en in het daarop volgende voorjaar grondmonsters genomen. Een proef waarbij maandelijks grondmonsters worden genomen van een perceel waar in 1989 aardappels stonden wordt in 1990 afgerond.

De resultaten van de grondbemonsteringen op de OBS en PD-tuin staan vermeld in tabel 6.

De grondbemonsteringsintensiteit op de beide lokaties was verschillend. Op de OBS werd een veld van 425 m² bemonsterd met 60 steken met een bouwlandboor, op de PD-tuin werd ieder veld van 60 m² bemonsterd met 42 steken met diezelfde boor.

Tabel 6. Aantal besmette (+) en niet besmette (-) veldjes op de verschillende tijdstippen en lokaties.

lokatie	totaal aantal	voor		tijdens bietenteelt		na		volgend voorjaar	
		+	-	+	-	+	-	+	-
OBS	35	23	12	7	28	20	15	32	3
PD	32	5	27	12	20	25	7	30	2

Het nemen van grondmonsters tijdens de bietenteelt bleek op beide lokaties minder effectief dan na de teelt of het erop volgende voorjaar. Dit heeft vermoedelijk te maken met het feit dat de meeste rustsporen van rhizomanie dan niet meer vrij in de grond zitten maar al gelokt zijn door het bietege-
was.

Het opsporen van rhizomanie middels een grondmonster verliep het effectiefst in het voorjaar volgend op een bietenteelt, hetgeen logisch is omdat de bieten de populatie rustsporen dan opgebouwd zullen hebben.

In het najaar moeten nog veel wortelresten met nieuw gevormde rustsporen erin verteren, en verkeren die rustsporen mogelijk nog in kiemrust, zodat er minder rustsporen in de biotoets gelokt zullen worden dan in het volgend voorjaar.

De toename van het aantal besmette veldjes na 1 jaar zal voor een klein deel ook toe te schrijven kunnen zijn aan de verspreiding van de ziekte door machines (Hofmeester, 1990a).

Uit de maandelijkse bemonsteringen van veldjes waar geen bieten staan, blijkt voor zover de uitslagen ten tijde van deze verslaglegging bekend zijn, het tijdstip van bemonsteren geen invloed op de uitslag van de bemonstering te hebben.

2.3 Bemonsteringsintensiteit

2.3.1 Inleiding

De mate van besmetting van de percelen als ook de wijze waarop een besmetting verdeeld zit, zijn bepalend voor de vereiste bemonsteringsintensiteit om rhizomanie op te sporen.

Op het gebied van plantbemonsteringen in relatie tot de verdeling en mate van rhizomanie-besmetting is reeds enig onderzoek verricht (Bürcky en Büttner (1989), Graf en Isak (1986) en Hamdorf en Lesemann (1979)).

Afhankelijk van de grootte en homogeniteit van het veld, dienen volgens deze auteurs 5-20 bieten bemonsterd te worden verdeeld over het veld. Er werd niet vermeld hoe groot de velden zijn.

Aangezien er tot nu toe geen onderzoek is verricht naar grondbemonsteringsmethoden voor rhizomanie, zijn daarvoor in de afgelopen drie jaren verschillende bemonsteringsintensiteiten uitgeprobeerd. Daarbij werd uitgegaan van de kennis over bemonsteringen van andere bodempathogenen, zoals het aardappel- en bietecysteestaaltje en algemene informatie over het bemonsteren van ziekten.

Wanneer een ziekte homogeen verdeeld is over een veld, is de monstergrootte van groter belang dan het bemonsteringspatroon. Bij geclusterde ziekten is dat precies andersom; in die gevallen wordt de kleinste variabiliteit in het resultaat verkregen als het bemonsteringspatroon de vorm van een X of W heeft (Lin et al., 1979).

Hieruit valt echter niet op te maken hoe men achter de verdeling van een ziekte op een veld kan komen.

In die gevallen waar men niet weet hoe een ziekte verdeeld is of hoe zwaar de besmettingsgraad is, zal de methode van Stratified Random Sample Design (SRSD) de nauwkeurigste informatie opleveren. Deze methode berust op het feit dat een te bemonsteren veld in gelijke sectoren wordt verdeeld die aansluitend aan elkaar liggen, waarbij dan binnen iedere sector at random een monster wordt genomen (Delp, et al., 1986).

Nematoden komen in het veld vaak onregelmatig verspreid voor, met pleksgewijs grote verschillen in populatiedichtheid (Hijink en Kuiper (1966) en Seinhorst (1973)). Gezien de overeenkomst in verspreidingswijze en biologie van vooral cysteaaltjes en rhizomanie en de praktijkervaring dat rhizomanie veelal eerst pleksgewijs wordt aangetroffen, is als uitgangspunt voor dit onderzoek genomen dat rhizomanie geclusterd voorkomt.

Let wel, dit hoeft niet zo te zijn. Een homogene besmetting kan voorkomen in die gevallen waar het om heel oude besmettingen gaat die door bewerkingen in de loop der jaren zijn uitgesmeerd, of daar waar bijvoorbeeld door irrigeren, dierlijke mest uitrijden of besmet pootgoed gebruik een besmetting over het gehele perceel is aangebracht.

2.3.2 Uitgevoerde grondbemonsteringen

De OBS

In 1987 t/m 1989 werden op 2 percelen van de OBS (E 97/4-5 en E 96/4-5, zie bijlage 1) een aantal verschillende bemonsteringsintensiteiten uitgetest om rhizomanie op te sporen. In onderstaand overzicht staat weergegeven hoe er bemonsterd werd. Alle bemonsteringen werden uitgevoerd met een bouwlandboor (1.3 cm doorsnede, 25 cm diep); de steken per monster werden zoveel mogelijk in vierkantsverband genomen (zig-zag-patroon).

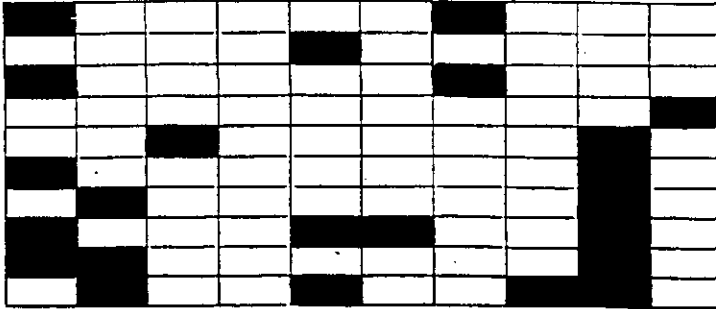
De bemonsteringen vonden steeds in het voorjaar voorafgaand aan de teelten plaats.

intensiteit 1:	60 steken per	425 m ² , ofwel	7 m ² /steek,	100 monsters
intensiteit 2:	150 steken per	4.250 m ² , ofwel	28 m ² /steek,	10 monsters
intensiteit 3:	60 steken per	3.300 m ² , ofwel	55 m ² /steek,	15 monsters
intensiteit 4:	60 steken per	10.000 m ² , ofwel	166 m ² /steek,	4 monsters

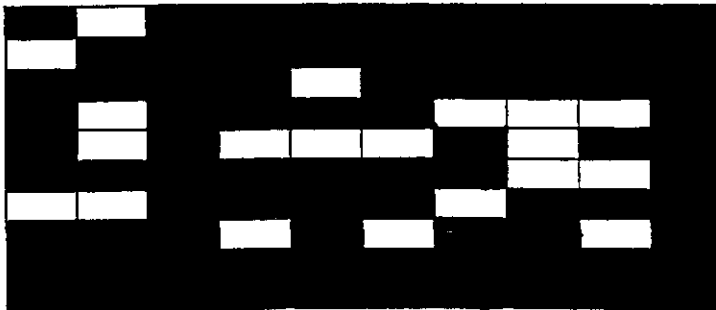
Via alle bemonsteringsintensiteiten werd tenminste 2 liter grond verzameld, hetgeen noodzakelijk is om een biotoets in 10 herhalingen uit te voeren. De monsters van intensiteit 1 werden in 5 herhalingen ingezet.

De resultaten van deze bemonsteringen zijn weergegeven in de figuren 2 t/m 8.

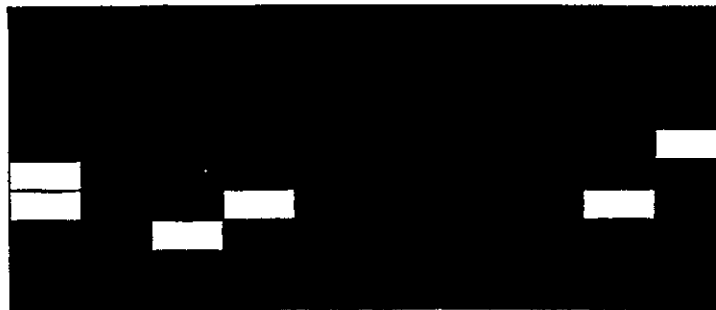
Een grondmonster (ofwel veld) werd besmet genoemd als minimaal 1 van de 5 of 10 biotoetsplanten besmet bleek te zijn met rhizomanie. De zwarte of gearceerde veldjes zijn besmet.



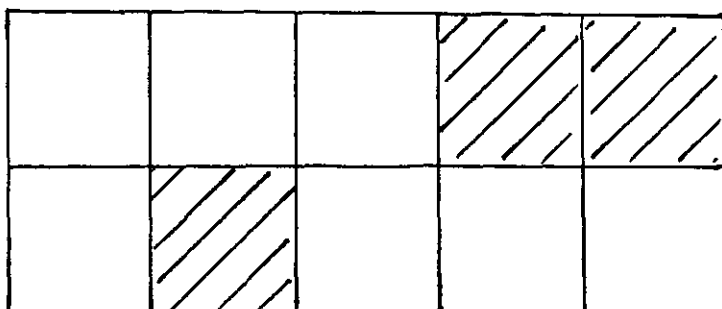
Figuur 2. Aantal besmette veldjes in 1987 op perceel E 97/4-5 van de OBS bij bemonsteringsintensiteit 1.



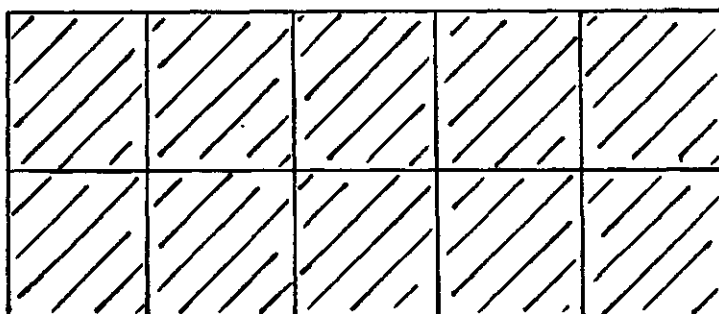
Figuur 3. Aantal besmette veldjes in 1988 op perceel E 97/4-5 van de OBS bij bemonsteringsintensiteit 1.



Figuur 4. Aantal besmette veldjes in 1989 op perceel E 97/4-5 van de OBS bij bemonsteringsintensiteit 1.



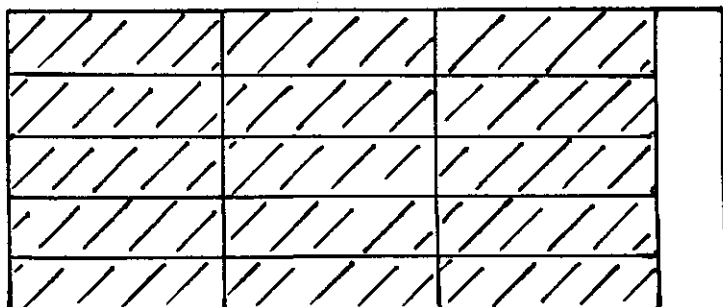
Figuur 5. Aantal besmette veldjes in 1988 op perceel E 96/4-5 van de OBS bij bemonsteringsintensiteit 2.



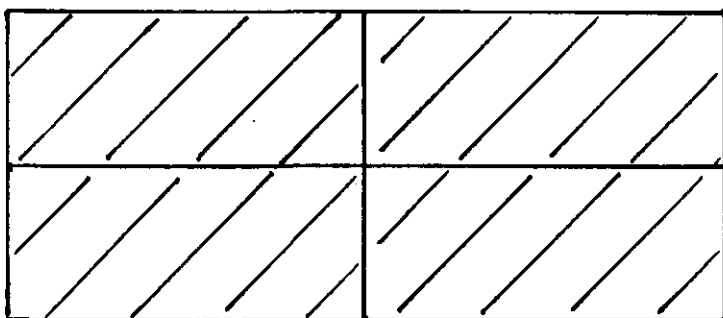
Figuur 6. Aantal besmette veldjes in 1989 op perceel E 96/4-5 van de OBS bij bemonsteringsintensiteit 2.

Naarmate de bietenteelt de populatie van rhizomanie opbouwde (zie ook 2.2) konden met de gekozen bemonsteringspatronen steeds meer velden besmet bevonden worden (vergelijk figuren 2 t/m 4 en 5 en 6).

Zowel met bemonsteringsintensiteit 3 en 4 (figuur 7 en 8) kon in alle monsters rhizomanie worden aangetoond. Bij intensiteit 1 bleken in 1989 6 van de 100 veldjes niet besmet te zijn. In 1989 was op perceel E 97/4-5 dus sprake van een vrij homogene besmetting en had kunnen worden volstaan met bemonsteringsintensiteit 4, die overeenkomt met de standaardbemonstering landbouw op aaltjes zoals die door het bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasanalyse (BLGG) te Oosterbeek wordt uitgevoerd.



Figuur 7. Aantal besmette veldjes in 1989 op perceel E 97/4-5 van de OBS bij bemonsteringsintensiteit 3.



Figuur 8. Aantal besmette veldjes in 1989 op perceel E 97/4-5 van de OBS bij bemonsteringsintensiteit 4.

Gezien deze resultaten wordt sinds begin 1990 door dat bedrijfslaboratorium met bemonsteringsintensiteit 3 ervaring opgedaan in de praktijk met het biotoetsen van grondmonsters op rhizomanie.

De PD-tuin

Op de PD-tuin werden in het voorjaar van 1988 en 1989 veldjes met bekende verschillende besmettingsgraden bemonsterd door 42 steken per veld van 60 m² te nemen met een bouwlandboor (zie bijlage 2 voor proefveldoverzicht).

Dit is een nog vijf maal intensiever bemonsteringspatroon dan bemonsteringsintensiteit 1 op de OBS! De besmettingsgraden die in deze proef kunstmatig in 1988 werden aangebracht waren 0, 0.1, 1, 10, en 100 ppm zwaar besmette grond, berekend op de bouwvoor van 30 cm.

De resultaten van deze bemonsteringen staan in tabel 7.

Tabel 7. Percentage besmette velden volgens grondbemonstering in voorjaar 1988 en 1989 bij verschillende uitgangsbemettingsgraden in 1988.

besmetting (ppm) in 1988	1988	1989
0.1	0	75
1	0	100
10	25	100
100	38	100

Bij deze bemonsteringen bleek dat alle in 1988 besmette veldjes ook in 1989 besmet waren. Op de OBS was dat niet het geval. Daar waren velden niet besmet in 1989 terwijl die dat in 1988 wel waren. Dit zal het gevolg van een bemonsteringsfout geweest zijn, die plaats vindt doordat de besmetting ter plekke vrij licht is én onregelmatig verdeeld. Vooral de verdeling van de ziekte speelt in dit geval een belangrijke rol. Immers wanneer bij het monstern slechts in een beperkt aantal steken ook rustsporen van rhizomanie worden meegenomen, zullen in het totale monster zo weinig rustsporen zitten dat deze onder de detectiegrens blijven in de biotoets.

Op de verdeling van rhizomanie wordt in paragraaf 2.4 verder ingegaan.

2.3.3 Uitgevoerde plantbemonsteringen

In de zomer van 1987 werd van een aantal veldjes van perceel E 97/4-5 op de OBS plantmonsters genomen op twee verschillende manieren. Dit gebeurde op veldjes waarvan uit de voorjaargrondbemonstering (zie 2.3.2) was gebleken dat ze besmet waren met rhizomanie.

1. Er werden per besmet veld 40 planten volgens een vast patroon genomen, dus ongeacht hun bovengrondse uiterlijk, en hiervan werd een gezamenlijk perssapmonster gemaakt.
2. Er werden planten geselecteerd op hun bovengrondse symptomen en individueel getest op aanwezigheid van het virus (vgl. hoofdstuk 1).

Bij het gezamenlijk perssapmonster bleek slechts 22% van de besmette veldjes weer als besmet naar voren te komen.

Bij het individueel testen van bovengronds verdachte bieten bleken op vrijwel alle besmette veldjes ook zieke planten te staan.

In de zomer van 1988 werd plantbemonsteringsmanier 2 op perceel E 96/4-5 uitgevoerd, op alle velden waarin het perceel verdeeld was. Het bleek dat op alle perceelsdelen zieke planten stonden, ook daar waar uit de voorjaarsgrondbemonstering geen besmetting gebleken was.

Hieruit bleek dat men beter planten op symptomen uit het veld kan halen en deze vervolgens individueel testen, dan mengmonsters van willekeurige planten maken en testen. Ook Graf en Isak (1986) stellen dat het testen van individuele monsters betrouwbaarder informatie oplevert over het voorkomen van rhizomanie, dan het testen van mengmonsters. Volgens Bürcky en Büttner (1989) is het toepassen van mengmonsters wel mogelijk bij biotoetsplanten van eenzelfde grondmonster.

2.4 Verdeling van rhizomanie binnen een veld

De verdeling van rhizomanie in het veld is in 1988 op kleine schaal bestudeerd, door een vijftal veldjes uit perceel E 97/4-5 op hun beurt weer onder te verdelen in 18 subveldjes en deze afzonderlijk te bemonsteren. Dit geschiedde door uit de subveldjes van 24 m² op een onwillekeurige plaats grond weg te nemen.

De veldjes die daarvoor uitgekozen werden varieerden in het aantal zieke biotoetsplanten per veldje van 2 tot 5. Daarbij werd van de veronderstelling uitgegaan dat het aantal zieke planten per grondmonster enigszins een aanwijzing is voor de zwaarte van de besmetting van het veldmonster.

Die aanname wordt in hoofdstuk 4 verder uitgewerkt. In tabel 8 zijn de resultaten vermeld van deze bemonsteringen per subveldje in vergelijking tot de eerder besproken veldbemonstering.

Tabel 8. Overzicht van percentage besmette biotoetsplanten verkregen bij bemonstering per veld en subveld en het aandeel besmette subveldjes.

% besmette biotoetsplanten per 425 m ² bemonsterd per		% besmette subveldjes
veld	subveldje	
100	61	77
100	86	100
100	66	77
80	24	38
40	44	55

Hieruit valt af te leiden dat wanneer het percentage zieke biotoetsplanten bij de veldbemonstering maximaal was, dit gepaard ging met een relatief groot besmet oppervlakte binnen dat veld (gezien het % besmette subveldjes). Het percentage besmette biotoetsplanten bemonsterd per subveldje bleek in dat geval ook relatief hoog te zijn.

Wanneer in de veldbemonstering het percentage zieke biotoetsplanten lager was (80 of 40) bleek het besmette oppervlak kleiner te zijn en het percentage zieke biotoetsplanten bemonsterd per subveldje ook. In het geval er 80% zieke planten waren bij de veldbemonstering ging dit echter gepaard met

een uitzonderlijk laag percentage bij de subveldbemonstering en oppervlakte. Dit duidt er waarschijnlijk op dat het aangeprikte deel binnen de subveldjes vaak niet besmet was terwijl het deel er vlak naast wel besmet was, hetgeen met de normale veldbemonstering wel aangeprikt werd. Dit kan ook de verschillen verklaren tussen de percentages verkregen door veld- en subveldbemonstering.

Dat een besmetting heel pleksgewijs kan voorkomen bleek ook uit een andere bemonstering. In 1989 werden in perceel E96/4-5, waarvan op grond van de voorjaarsbemonstering gebleken was dat rhizomanie over het gehele perceel voorkwam, 18 veldjes van 9 m² groot gelegd en bemonsterd met een intensiteit van 1 steek per m². In bijna geen enkel veldje kon rhizomanie worden aangetoond.

2.5 Besmettingsgraad

Uit de resultaten van de verschillende bemonsteringsintensiteiten is gebleken dat een uitslag van aanwezigheid van een besmetting bepaald kan worden door de verdeling van de ziekte, maar ook door de besmettingsgraad.

De lichtst besmetting die met behulp van een biotoets nog aangetoond kan worden bleek in deze proeven 10 ppm zieke grond (zie tabel 7).

Dat is minstens een factor 10 nauwkeuriger dan de 125 ppm zieke grond die Richard-Molard (1989) vermeldt.

Het is duidelijk dat er een bepaald aantal rustsporen minimaal aanwezig moet zijn in een grondmonster.

Hoeveel sporen dat moeten zijn is niet bekend. Het moeten dan bovendien levenskrachtige rustsporen zijn, omdat ze de wortel van een biotoetsplant moeten infecteren. Het is dus niet zoals bij cysteaaltjes dat vrijwel iedere cyst die in een grondmonster aanwezig is ook aangetoond wordt.

Bovendien moet het overgebrachte virus zich dusdanig kunnen vermenigvuldigen dat er in het perssap voldoende virus/ml aanwezig is om het met een ELISA-test aan te kunnen tonen.

Omdat het heel moeilijk blijkt te zijn de besmettingsgraad in aantal rustsporen per hoeveelheid grond aan te duiden, is gezocht naar een methode die dat benadert.

Daartoe worden van grondmonsters verdunningsreeksen gemaakt. Hoe verder een monster verdund kan worden, terwijl er nog steeds rhizomanie in aangetoond kan worden, des te besmetter het is. Om de resultaten van deze verdunningen te vertalen naar een besmettingsgraad is de wiskundige MPN-methode (most probable number method (Cochran, 1950)) bruikbaar. Deze is voor de biotoets op rhizomanie beschreven door Tuitert (1990).

Deze methode is in 1989 toegepast op grondmonsters van het perceel E 97/2-3 op de OBS en op de monsters van de proeflokatie PD-tuin (zie bijlagen 1 en 2). In hoofdstuk 4 zal daar nader op worden ingegaan.

2.6 Conclusies

1. Voor het opsporen van zeer lichte besmettingen is een plantmonstername op grond van bovengrondse symptomen zeker het minst arbeidsintensief, zowel voor de boer als voor het onderzoek, en ook nog zekerder dan een grondmonstername, tenzij de grond bemonsterd wordt met een intensiteit van 1 steek per m² of nauwer.
2. Grondmonsters bieden de mogelijkheid rhizomanie aan te tonen, ook wanneer er geen bieten geteeld worden op het betreffende perceel.
3. Grondbemonsteringen dienen bij voorkeur uitgevoerd te worden in het voorjaar volgend op een bietenteelt.
4. Grondbemonsteringen met een intensiteit van 60 steken per ha of eenderde ha kunnen rhizomanie opsporen. Of dit voldoende is voor de praktijk om eventuele schade tijdig te kunnen voorspellen, zal nog uit verder onderzoek moeten blijken.
5. Via een grondmonstername is het mogelijk de besmettingsgraad van de grond vast te stellen. Dit kan belangrijk zijn om een inschatting te kunnen maken van de te verwachten schade en het eventueel inzetten van een minder vatbaar ras. Verder onderzoek hiernaar is nog noodzakelijk.
6. Over de verdeling van de ziekte, zo blijkt uit 2.4 is in z'n algemeenheid niets te zeggen. Deze zal steeds weer verschillend zijn.
Afhankelijk van de ervaringen met de bietenteelt op een betreffend perceel kan hierover hoogstens een vermoeden bestaan.

3. VERSPREIDING VAN RHIZOMANIE

3.1 Inleiding

Rhizomanie kan zich, net als vele andere bodempathogenen, op veel verschillende manieren verspreiden. In de eerste plaats kan de schimmel zich met behulp van de zoösporen verplaatsen in de grond, hetgeen de actieve verspreiding wordt genoemd. Daarnaast zijn er een behoorlijk aantal mogelijkheden voor de schimmel om zich te laten verspreiden (passieve verspreiding).

De passieve verspreiding kan globaal worden onderverdeeld in verspreiding via grond, water en mest. Uit onderzoek is gebleken dat rhizomanie zich inderdaad via deze wegen kan verspreiden (Heijbroek, 1987 en 1988). Verspreiding via bietezaad is uiterst onwaarschijnlijk (Hess, et al., 1984). De kwantificering van deze verspreidingswegen is een lastige zaak, maar noodzakelijk om vast te stellen welke bedrijfshygiënische maatregelen zinvol zijn om de verspreiding van de ziekte te beperken. In een andere publikatie zal hier uitgebreid op in worden gegaan (Hofmeester, 1990b).

De uitbreiding van de ziekte binnen een veld kan heel snel gaan, hetgeen duidelijk werd uit hoofdstuk 2 bij de bemonsteringen van de OBS-percelen.

Ook Schäufele et al. (1985) melden dat in een 1:4 rotatie met suikerbieten in drie jaar tijd rhizomanie zich over een afstand van 60 meter had verspreid in de bewerkingsrichting. Huth (1984) meldt een vergelijkbaar verspreidingspatroon van het gerst-vergelings-mozaiek-virus dat door Polymyxa graminis wordt overgebracht. Met name machinale bewerkingen en winderosie zouden de oorzaken van verspreiding zijn.

In dit hoofdstuk zal met name op de actieve verspreiding worden ingegaan.

3.2 Actieve verspreiding

In 1988 en 1989 werd een proef aangelegd op de PD-tuin om na te gaan over welke afstand de schimmel P. betae zich actief kon verspreiden.

Er werd besmette grond in een gat van 20 cm doorsnede en 12 cm diep aangebracht (puntbesmetting). Rondom die puntbesmetting werd een cirkel van 20 cm onbeteeld gelaten. Daarbuiten stonden bieten, die erg dicht gezaaid waren om een snelle en goede doorworteling van de grond te verkrijgen.

In september werden bieten bemonsterd om na te gaan of de schimmel vanuit de puntbesmetting al in de bietewortels was gekomen.

Op deze manier werd naast het actief bewegen van de zoösporen naar de wortels, ook het groeien van de wortels naar de puntbesmetting gemeten.

Voordat de schimmel zich actief kan gaan bewegen, moeten de rustsporen gelokt worden. Onder laboratoriumomstandigheden zou water alleen voldoende zijn om tenminste een deel van de rustsporen te lokken (Asher en Blunt, 1987). In het veld zou het kunnen zijn dat wortellexudaten van waardplanten nodig zijn om de schimmel te activeren. Dit wordt gesteld door Ivanovic (1984) en Richard-Molard (1984). In kasproeven bleken ook wortellexudaten van niet-waardplanten een lokkend effect op de rustsporen te hebben, doch dit werd in het veld nog niet bevestigd (mond. mededeling, de Hey). Omdat niet bekend is over welke afstanden de wortellexudaten in de grond kunnen diffunderen en hun lokkende werking kunnen hebben, werd een extra object in deze proef aangelegd. In de

puntbesmetting werden drie bieten gezaaid, zodat de puntbesmetting als een actieve bron van besmetting kon gaan fungeren.

In 1988 werden op 20 cm afstand tot de puntbesmetting twee besmette planten gevonden. Het creëren van een actieve bron van besmetting door bieten in de puntbesmetting te zetten bleek geen effect te hebben.

In 1989 kon in geen enkele plant rondom de puntbesmetting rhizomanie worden aangetoond. De bepalingen werden in beide gevallen in september verricht.

De bieten die in de puntbesmettingen zelf stonden waren meestal wel besmet met rhizomanie.

Ook uit een andere proef, waarbij na zaaien een puntbesmetting werd aangebracht tussen twee rijen bieten (50 cm van elkaar verwijderd), bleek aan het eind van het jaar en het eropvolgende jaar geen enkele biet besmet te zijn.

Asher en Blunt (1987) meldden een actieve verspreiding van circa 1 meter vanuit een kunstmatig geïnfecteerde plant in een ontsmet veld. Aangezien die ontsmetting de antagonistische biologische activiteit van de grond gereduceerd heeft, kan de actieve verspreiding in niet ontsmette velden nog wel minder zijn dan die 1 meter. In een kasproef met steriel zand bleek zelfs een afstand van 5 cm nog te groot te zijn om een infectie te kunnen bewerkstelligen vanuit een geïnfecteerde plant (Tuitert, 1988).

Uit proeven met Aphanomyces spp. bleek dat de zoösporen van deze schimmel tot een afstand van 0,5 cm tot de wortel gelokt werden, daarbuiten nauwelijks meer. Het bleek bovendien dat deze lokkende werking alleen van de worteltop uitging. Worteldelen op meer dan 3 cm van de worteltop hadden helemaal geen lokkende werking meer (Winner, 1986). Als de afstand bij P. betae een vergelijkbare rol speelt, is wel te begrijpen dat de actieve verspreiding niet over grote afstanden kan plaats vinden.

3.3 Passieve verspreiding

De puntbesmettingsproef die in 1988 werd aangelegd werd in 1989 opnieuw met bieten ingezaaid, nu op de normale rijafstand van 50 cm, 18,5 cm in de rij.

De enige bewerkingen die tussentijds plaatsvonden waren spitten en zaaien.

Aan het eind van het seizoen werden alle bieten die op de vierkante meter rondom de in 1988 aangelegde puntbesmetting stonden, bemonsterd.

Daaruit bleek dat in het object 'puntbesmetting zonder bieteplant erin 11% van de bieten besmet was. In het object 'met bieteplanten in de puntbesmetting' bedroeg dat 31%.

Klaarblijkelijk hebben de bieten in de puntbesmetting in 1988 toch een sterkere vermeerdering van rhizomanie bewerkstelligd. Door de machinale bewerkingen is de besmetting verspreid over een grotere oppervlakte. Dat niet alleen de machinale bewerkingen deze verspreiding hebben veroorzaakt blijkt uit de resultaten van de volgende proef.

In veldjes die grensden aan zwaar besmette veldjes werden planten bemonsterd in twee achtereenvolgende jaren. Ook hier waren het spitten in 1988 en het zaaien in 1989 de enige machinale bewerkingen tussen de twee bemonsteringstijdstippen in. De resultaten staan vermeld in tabel 9.

Tabel 9. Percentage besmette planten op verschillende afstanden van een besmet veld na 1 en 2 jaar bieten telen.

jaar	afstand	
	2 meter	8 meter
1988	0	5
1989	72	38

Hieruit bleek dat zelfs zonder machinale bewerking (1988) rhizomanie toch al enigszins verspreid is geraakt. De reden daarvan kan zijn: regen, dieren, wind of mensen. Blijkbaar is een besmetting, ondanks alle mogelijke maatregelen om verspreiding te beperken, niet te voorkomen. De vermeerdering van het percentage in 1989 illustreert wederom de toegenomen besmettingsgraad door het twee maal achter elkaar bieten telen. De versleping van grond door machines wordt duidelijk geïllustreerd door een hoger percentage besmette planten dicht bij de besmette velden.

3.4 Conclusies

1. De actieve verspreiding van rhizomanie is zeer beperkt. Over de afstand kunnen geen harde uitspraken worden gedaan.
2. Passieve verspreiding van rhizomanie in en tussen velden treedt op via veel verschillende wegen en is zeer belangrijk.

4. SCHADE DOOR RHIZOMANIE

4.1 Inleiding

Zoals al in de inleiding van dit verslag gesteld is, is rhizomanie een gevreesde ziekte omdat ze vergaande negatieve gevolgen voor de suikerbietenenteelt kan hebben. Ook de export van poot- en plantgoed kan in gevaar komen wanneer er aan die produkten grond zit die besmet is met rhizomanie.

De mate waarin een aanwezige rhizomaniebesmetting schade doet hangt voornamelijk af van de besmettingsgraad van de grond, abiotische factoren zoals bijvoorbeeld de temperatuur- en vochtomstandigheden en biotische factoren zoals het bieteras en eventuele andere micro-organismen in de grond. Wanneer de besmettingsgraad voldoende hoog is, schijnt de factor vochtigheid niet meer zo van belang te zijn (Krexner, 1984). De besmettingsgraad is echter niet alleen bepalend, want de temperatuur moet wel voldoende hoog zijn voor infectie ($\geq 10^{\circ}\text{C}$). Als een partieel resistent ras geteeld wordt zal de schade op een besmet perceel vermoedelijk minder zijn dan wanneer onder diezelfde omstandigheden een vatbaar ras geteeld wordt.

Met andere woorden de infectiedruk, die dus bepaald wordt door alle genoemde factoren, bepaalt de schade (Schäufele et al., 1979 en Müller en Türkis, 1987). Hoe kleiner de bieten zijn als de eerste infecties optreden, des te groter zal de schade zijn (Winner, 1986).

Schadevoorspelling zal, gezien de temperatuursafhankelijkheid van de ontwikkeling van rhizomanie, altijd een moeilijke zaak blijven. Toch kan aan de hand van de besmettingsgraad van de grond wel een aanwijzing verkregen worden omtrent de te verwachten schade.

Daarom is in 1988 onderzoek gestart naar het effect van de aanvangbesmetting van de grond met rhizomanie op de ontwikkeling van de ziekte en de schade die daardoor veroorzaakt wordt.

Dit geschiedde op de PD-tuin waar kunstmatig verschillende rhizomanie-besmettingen werden aangebracht.

Een uitgebreide beschrijving van deze proef en de resultaten van de eerste twee jaar staan in de artikelen van Hofmeester en Tuitert (1989) en Tuitert en Hofmeester (1989).

Deze proef zal ook in 1990 nog voortgezet worden en daarna als afgesloten onderzoek gepubliceerd worden. In dit hoofdstuk worden alleen de belangrijkste resultaten vermeld.

Daarnaast is in 1989 op de OBS een uitvoerig onderzoek verricht naar de schade die in een praktijk-perceel werd aangericht in relatie tot de aanwezigheid van rhizomanie.

4.2 Proef met verschillende kunstmatige besmettingsgraden

In het voorjaar 1988 werd vlak voor het zaaien van de bieten (vatbaar ras Regina) van nature besmette grond in verschillende hoeveelheden over de veldjes uitgestrooid, zodat er vijf verschillende besmettingsniveaus gecreëerd werden. De veldjes waren 60 m^2 groot. Berekend op de bouwvoor van 30 cm werden de volgende hoeveelheden besmette grond gebruikt:

object	volumeverhouding besmette grond op bouwvoor	hoeveelheid grond per veldje (g)	hoeveelheid grond per ha (kg)
0	0	0	0
1	1 : 10.000.000	3	0,5
2	1 : 1.000.000	29	4,8
3	1 : 100.000	290	48,3
4	1 : 10.000	2.880	480

De grond die hiervoor gebruikt werd kon in biotoets 10.000 maal verdund worden en was dus zwaar besmet.

Van alle objecten werd een geïrrigeerde variant aangelegd, omdat irrigatie het optreden van rhizomanie zou versterken (Anonymus, 1986).

Gegevens betreffende suikergehalte en suikeropbrengst staan in de tabellen 10 en 11.

De groeiperiode in 1988 was 187 dagen, in 1989 was die slechts 138 dagen.

Na één teeltjaar ondervonden de bieten door de aangebrachte rhizomanie in het zwaarst besmette object 4 al een significante reductie in de suikeropbrengst. Irrigatie had geen significant effect op de suikeropbrengst.

Het suikergehalte nam door het irrigeren wel significant af bij de objecten 2, 3 en 4. Hier was sprake van een interactie tussen irrigatie en besmettingsgraad (tabel 11).

Na het tweede jaar was de schade door de aanwezigheid van rhizomanie op vrijwel alle objecten merkbaar. Zowel het suikergehalte, dat in absolute zin vrij laag was, als de suikeropbrengst namen met de besmettingsgraad af.

Tabel 10. Suikeropbrengst (ton/ha) bij oogst in 1988 en 1989 bij verschillende besmettingsgraden.

object	18-10-1988	27-09-1989
0	11.049	8.067
1	11.748	7.171a
2	11.088	5.070b
3	11.197	3.509c
4	10.043a	2.799c

a, b, c = significant verschillend per jaar, $p=0,05$

Tabel 11. Suikerpercentage bij oogst in 1988 en 1989 bij verschillende besmettingsgraden, met en zonder irrigatie.

object	18-10-1988		27-09-1989	
	- irrigatie	+ irrigatie	- irrigatie	+ irrigatie
0	16.35	16.72	13.40	12.43
1	16.19	16.62	12.90	12.24
2	16.25	16.09a	11.91a	11.50a
3	15.96	15.30b	10.27b	11.03a
4	14.98a	14.34c	10.00b	10.53a

a, b, c = significant verschillend van elkaar per kolom, $p=0,05$

1988 en 1989 waren wat betreft temperatuur goede jaren voor de ontwikkeling van rhizomanie. In 1988 was de gemiddelde bodemtemperatuur op dit proefveld van mei tot half augustus 15°C (5 cm diepte), in 1989 zelfs 18°C (15 cm diepte). De infectiedruk is mede daardoor relatief hoog geweest in alle objecten.

De uitgangsbesmettingen van alle objecten in 1989 waren hoger dan die in 1988 ten gevolge van de vermeerdering door de bietenteelt van 1988. Met behulp van verdunningsreeksen van grondmonsters (Tuitert, 1990) zijn de uitgangsbesmettingen in 1989 vastgesteld. De resultaten daarvan zullen in het eindverslag van deze proef opgenomen worden.

4.3 Proef met natuurlijke besmettingen

In het voorjaar van 1989 werden in perceel E97/2-3 van de OBS 72 veldjes van 60 m² bemonsterd (grondbemonstering). De bemonstering was ongeveer net zo intensief als die op de PD-tuin. Een belangrijk verschil met de PD-tuin was de onbekendheid met de verdeling van rhizomanie in de veldjes. Een rotatiecyclus eerder waren op dit perceel rhizomanie-symptoomplanten gevonden, met name op de oostelijke helft ervan (bijlage 3).

Na het testen van de grondmonsters van deze 72 veldjes middels een biotoets, werden 34 veldjes geselecteerd om daaraan ook opbrengstbepalingen te verrichten. Dit gebeurde op twee tijdstippen (september en oktober) omdat gerooid moest worden op de momenten dat er geleverd moest worden aan de fabriek.

Per tijdstip werden veldjes gerooid van verschillende klassen :

- klasse 0: geen biotoetsplanten bij voorjaarsbemonstering ziek
- klasse 1: 1 of 2 biotoetsplanten bij voorjaarsbemonstering ziek
- klasse 2: 4 biotoetsplanten bij voorjaarsbemonstering ziek
- klasse 3: 10 biotoetsplanten bij voorjaarsbemonstering ziek

In september was klasse 2 niet vertegenwoordigd.

Van de veldjes uit klassen 1 t/m 3 werden ook grondmonsters in verdunningsreeksen getest om de besmettingsgraad van de verschillende veldjes te bepalen met behulp van de MPN-methode (Tuitert, 1990).

Zodoende kon tevens worden nagegaan in hoeverre de gemaakte klassenindeling maatgevend was voor de besmettingsgraad. De resultaten van de opbrengstbepalingen staan vermeld in tabellen 12 t/m 15. De gegevens werden met behulp van regressie-analyse verwerkt.

Tabel 12. Suikerpercentage bij de verschillende klassen.

klasse	
0	14.57 a
1	13.93 b
2	14.18 ab
3	12.52 c

Tabel 13. Netto opbrengst (ton/ha) bij de verschillende klassen.

klasse	
0	80.35
1	80.97
2	87.00
3	47.32 a

Tabel 14. Suikeropbrengst (ton/ha) bij de verschillende klassen.

klasse	
0	11.675
1	11.363
2	12.327
3	5.964 a

Tabel 15. Na-gehalte (meq/100 g suiker) bij de verschillende klassen.

klasse	
0	4.51 a
1	5.53 b
2	5.50 ab
3	9.90 c

Evenals bij de proef op de PD-tuin, bleek ook hier dat rhizomanie ernstige schade kan veroorzaken aan de bietenteelt. Bij vrijwel alle opbrengstparameters verschilde klasse 3 zowel in september als

oktober significant van de andere klassen. De significant lagere suikeropbrengst werd veroorzaakt door zowel een lagere netto-opbrengst als door een verlaagd suikergehalte. Het lagere suikergehalte werd medebepaald door een verhoogd Na- en K-gehalte en daardoor een lagere winbaarheid. De winbaarheid van klasse 3 bedroeg gemiddeld over de rooitijdstippen heen 84.23 tegen 88.83 van klasse 1.

De in deze proef bemonsterde veldjes lagen in een perceel van 4,25 ha groot. Ruim de helft van dat perceel bevatte veldjes met 6 of meer zieke biotoetsplanten (circa klasse 3), een achtste deel was vrij van rhizomanie en de rest zat tussen klasse 1 en 3 in (zie bijlage 4).

Als de suikeropbrengst via deze verhoudingen van het gehele perceel berekend wordt, en daarbij wordt een gemiddelde van de twee oogsttijdstippen genomen per klasse, dan resulteert dat in:

$$\begin{array}{rcl} 0.6 & \times & 6.060 = 3.636 \\ 0.125 & \times & 11.790 = 1.473 \\ 0.275 & \times & 10.790 = 2.967 \text{ (waarde klasse 1 in sept. en van 2 in okt.)} \\ & & \hline & & 8.076 \text{ ton suiker/ha} \end{array}$$

De uiteindelijke opbrengst van het gehele perceel bedroeg 55,8 ton/ha met een suikergehalte van 13,21%, hetgeen een suikeropbrengst van 7.368 ton/ha is. Met de opbrengstbepaling aan relatief kleine veldjes werd dus een redelijke schatting van de werkelijke perceelsopbrengst verkregen.

4.4 Relatie besmettingsgraad en opbrengst

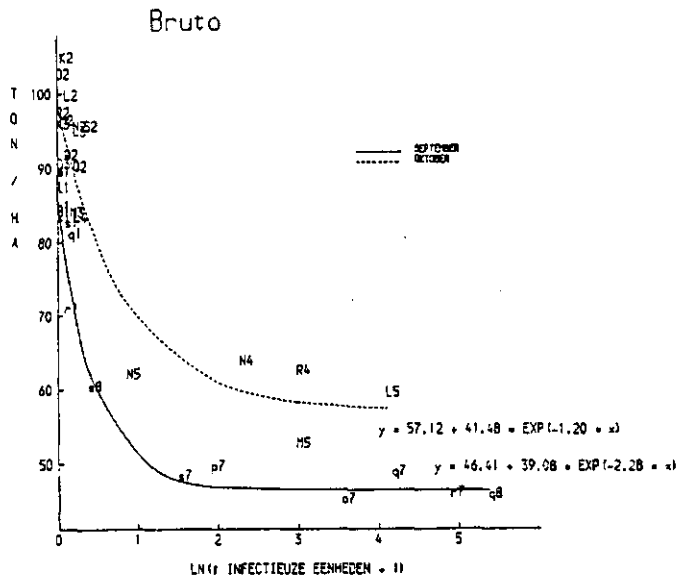
De correlatiecoëfficiënt tussen het aantal zieke biotoetsplanten en het aantal infectieuze eenheden per 100 ml grond, bepaald met de MPN-methode, bedroeg 0,539. Wordt de natuurlijke logaritme van het aantal infectieuze eenheden + 1 genomen dan bedraagt deze 0,863.

In bijlage 5 worden van alle veldjes de aantallen zieke biotoetsplanten en de infectieuze eenheden per 100 ml grond vermeld. Hieruit blijkt dat met name bij de hogere aantallen zieke biotoetsplanten er een aanzienlijk verschil kan zijn tussen het aantal infectieuze eenheden. Onderscheid tussen 1 of 4 zieke biotoetsplanten blijkt ook niet altijd gebaseerd te zijn op werkelijke verschillen in aantal infectieuze eenheden.

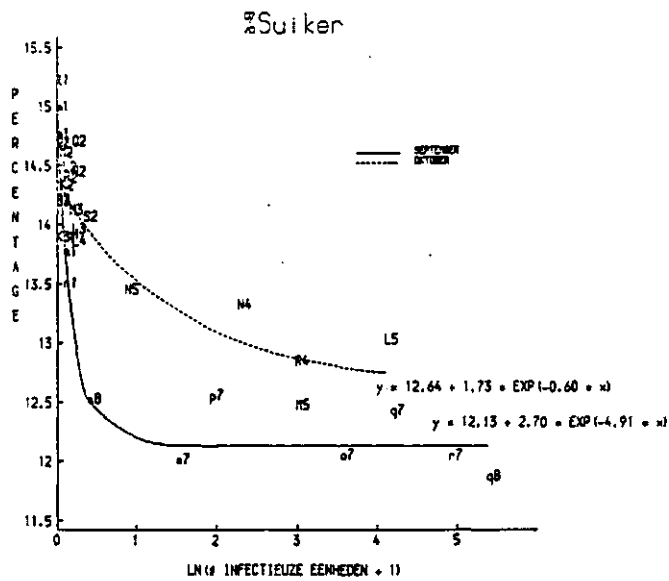
Het verschil tussen weinig (1 tot 4) en alle biotoetsplanten ziek komt wel tot uiting in het aantal infectieuze eenheden/100 ml grond (≤ 1 en ≥ 1).

Uit niet-lineaire regressieanalyse bleek dat de relatie tussen infectieuze eenheden en de opbrengstparameters in deze proef het beste beschreven wordt door een exponentiële functie van $\ln(x+1)$, waarbij x het aantal infectieuze eenheden per 100 ml grond is.

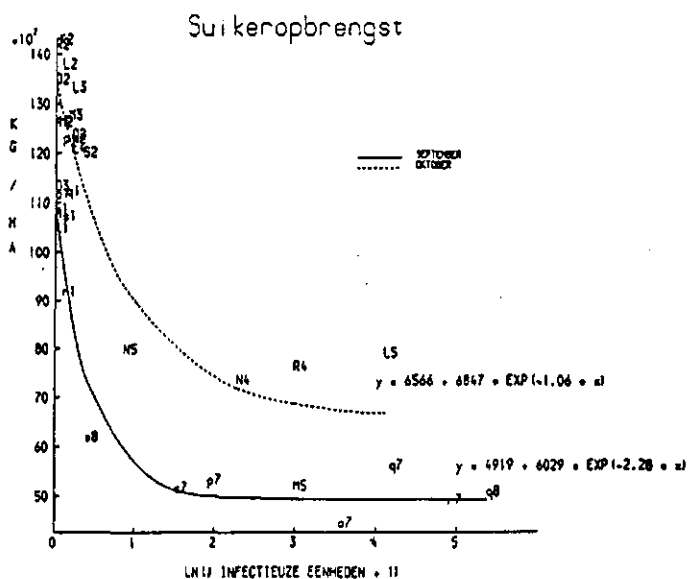
In de figuren 9 t/m 12 worden de bruto opbrengst/ha, suikergehalte, suikeropbrengst/ha en het Na-gehalte weergegeven in relatie tot de $\ln(x+1)$ per tijdstip.



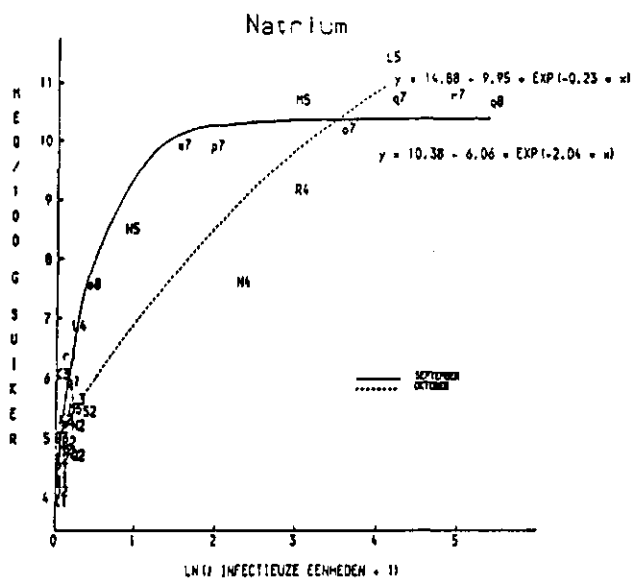
Figuur 9. Relatie tussen $\ln$ (infectieuze eenheden + 1) en de bruto biotopbrengst in ton/ha.



Figuur 10. Relatie tussen $\ln$ (infectieuze eenheden + 1) en het suikergehalte van de bieten.



Figuur 11. Relatie tussen $\ln$ (infectieuze eenheden + 1) en de suikeropbrengst van de bieten in ton/ha.



Figuur 12. Relatie tussen $\ln$ (infectieuze eenheden + 1) en het natriumgehalte van de bieten per 100 g suiker.

Hieruit blijkt dat het grootste deel van de variantie in de betreffende parameters door de $\ln(x+1)$ wordt bepaald (met name in september).

De correlatiecoëfficiënten tussen de $\ln(x+1)$ en de belangrijkste oogstgegevens staan vermeld in tabel 16.

De gehele correlatiematrix is opgenomen in bijlage 6.

Tabel 16. Correlatiecoëfficiënten tussen $\ln(x+1)$ en verschillende oogstgegevens, gemiddeld over september en oktober 1989.

oogstgegevens	correlatiecoëfficiënt
bruto opbrengst	- 0.828
% suiker	- 0.820
netto suikeropbrengst	- 0.800
Na-gehalte	0.899
K -gehalte	0.793
alfa-amino-N-gehalte	- 0.500
% symptoomplanten	0.640
% zieke wortelpunten	0.800

Opvallend is dat vooral het Na-gehalte zeer goed gecorreleerd is aan de besmettingsgraad.

Heijbroek (1989) vond door analyses van bietmonsters uit verschillende aangetaste proefplekken dat onder Nederlandse omstandigheden het suiker- en Na-gehalte de meest betrouwbare indicatoren zijn voor de aanwezigheid van bieterhizomanie. Hij stelt dat wanneer het quotiënt tussen Na (mmol/kg biet) en suiker % $\geq 0,5$ het zeer waarschijnlijk is dat er van een rhizomaniebesmetting sprake is.

Búrcký en Beiss (1986) vonden in potproeven met verschillende hoeveelheden besmette grond dat het suikergehalte en Na-gehalte parallel met een toename van de besmettingsgraad afnam respectievelijk toenam.

Müller (1983) noemt grenswaarden voor de verschillende parameters, gebaseerd op Oostenrijks onderzoek. Hij stelt dat een enkele parameter geen zeggingskracht heeft, maar wanneer meerdere parameters onder of boven die grenswaarden liggen, men er wel van op kan aan dat er een rhizomaniebesmetting is. Zo zou een suikergehalte onder de 12,5% en Na (meq/100 g suiker) hoger dan 4 of 7 (afhankelijk van de grondsoort) op rhizomanie duiden. Dit komt overeen met de waarden die gevonden zijn in een aantal objecten en velden in de beide proeven op de PD-tuin en de OBS.

Hoe de relatie tussen opbrengst en besmettingsgraad bij nog hogere besmettingsgraden verloopt kan uit deze proef niet worden opgemaakt.

Uit de proef op de PD-tuin blijkt dat de schade nog erger kan zijn dan die nu op de OBS is ondervonden. De besmettingsgraad van object 3 op de PD-tuin komt min of meer overeen met die van de veldjes R7 en Q8 (zie figuren 9 t/m 12) van de OBS, gemeten in aantal infectieuze eenheden per 100 ml grond.

De opbrengstcijfers bij die besmettingsgraden verschillen echter per lokatie. Op de OBS-veldjes is de suikeropbrengst ongeveer 6 ton/ha, op de PD-tuin bedraagt die bij een vergelijkbare besmettings-

graad 3,5 ton/ha. De PD-tuin proef is weliswaar relatief vroeg geoogst, maar dit kan een verschil van 2,5 ton suiker/ha niet opheffen.

Blijkbaar resulteert een vergelijkbare besmettingsgraad en hetzelfde weertype niet in hetzelfde schadebeeld.

4.5 Conclusies

1. De reductie in suikeropbrengst die rhizomanie kan veroorzaken onder Nederlandse omstandigheden liep in de besproken proeven op tot 65%!
Deze reductie werd na 2 jaar achtereenvolgens bieten telen op besmette velden reeds bereikt.
2. Onder praktijkomstandigheden met een 1:4 teelt van suikerbieten liep de suikeropbrengst 40% terug ten opzichte van het gebiedsgemiddelde, op een perceel waar zwaar besmette, maar ook geheel niet besmette delen in voorkwamen.
3. De besmettingsgraad van een grondmonster kan beter uitgedrukt worden in het aantal infectieuze eenheden per eenheid grond dan in aantal zieke biotoetsplanten per grondmonster.
4. Via het aantal infectieuze eenheden kan een relatie gelegd worden met de schade die rhizomanie veroorzaakt. Deze wordt het best benaderd met een exponentiële vergelijking (tot zover nu onderzocht).
5. Voor een grove screening kan het aantal zieke biotoetsplanten wel gebruikt worden, maar dan alleen voor onderscheid van extreme besmettingsgraden; het zegt niets over een absolute waarde van besmettingsgraad.
6. Het Na-gehalte van de biet is goed gecorreleerd aan de besmettingsgraad van de grond, evenals het suikergehalte en de suikeropbrengst.
7. Schadevoorspelling aan de hand van grondmonsters vergt nog meer onderzoek. Jaarseffecten en rasverschillen zijn tot nu toe in die relatie onbekend, maar worden door IRS en PAGV in 1990 en volgende jaren onderzocht.

5. AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

Dit verslag (zie vooral hoofdstuk 4) biedt nog onvoldoende basis om de schaderelatie tussen rhizomanie en suikerbieten goed te beschrijven.

Daarom is meer onderzoek noodzakelijk, zowel op praktijkinstellingen als bij de meer fundamenteel gerichte onderzoeksinstellingen.

Zoals aan het begin van hoofdstuk 4 gesteld is, is de infectiedruk bepalend voor de schade die rhizomanie kan veroorzaken.

De belangrijkste abiotische factoren in geval van rhizomanie zijn temperatuur en vocht, maar mogelijk ook de fysische eigenschappen van de bodem.

Daarom zal soortgelijk onderzoek als beschreven in hoofdstuk 4 op meerdere percelen in verschillende jaren herhaald moeten worden, om na te gaan of de nu gevonden relaties een meer algemene geldigheid hebben. Een goede registratie van verschillende abiotische factoren is daarbij van groot belang. Ook het vastleggen van de besmettingsgraad van de grond met behulp van de recent beschikbaar gekomen MPN-methode zal verder moeten worden onderzocht op praktijkwaarde. Dit hangt nauw samen met de gevolgde bemonsteringsmethode.

Biedt de sinds kort toegepaste bemonstering met een intensiteit vergelijkbaar met die van opsporingsonderzoek voor aardappelmoehed, een reële mogelijkheid om voorspellingen te doen omtrent te verwachten schade?

Daarnaast moet dit praktijk-onderzoek uitgebreid worden met de nieuwe en in ontwikkeling zijnde partieel resistente rassen.

Uit het praktijkonderzoek van de CSM blijkt dat het partieel resistente ras RIMA in 1989 in staat was zowel in opbrengst als in suikergehalte een betere prestatie te leveren dan vatbare rassen op percelen waar 6% of meer van de bieten wortelsymptomen vertoonden. Helaas werd in dit onderzoek niet de besmettingsgraad van de percelen vastgesteld.

Tot welke besmettingsgraad het telen van een dergelijk ras financieel aantrekkelijk is, zal nog moeten blijken.

Op het terrein van het meer fundamenteel gerichte onderzoek zou bodemreceptiviteitsonderzoek voor rhizomanie wenselijk zijn. Dit zou met grond van proeven van het bovenbeschreven praktijkonderzoek kunnen gebeuren, zodat gezamenlijk op zowel het terrein van biotische en abiotische factoren onderzoek gedaan kan worden. Dat in deze richting aangrijpingspunten liggen blijkt uit onderzoek in Frankrijk.

Rouxel et al. (1985) heeft bodemreceptiviteitsonderzoek gedaan voor knolvoet veroorzaakt door Plasmodiophora brassicae. Daaruit blijkt dat er verschillen bestaan tussen grondsoorten in de mate waarin deze, bij bepaalde hoeveelheden rustsporen van Plasmodiophora brassicae, schade in kool toelaten. Hieraan zouden zowel abiotische als biotische factoren ten grondslag liggen.

Ook Winner (1987) stelt, op grond van algemene biologische wetten, dat het in de lijn der verwachting ligt dat er antagonisten van rhizomanie in de bodem aanwezig zijn. Hierover is tot nu toe weinig bekend.

LITERATUUR

Anonymus, 1986

Rhizomanie een sluipend gevaar voor de suikerbietenteelt. Vlagschrift rhizomanie in maandblad Suiker Unie 20: p. 10-11.

Anonymus, 1987

Ziekten en plagen van de suikerbiet. IRS/CAD uitgave, 112 pp.

Asher, M.J.C. en S.J. Blunt, 1987

The ecological requirements of *Polymyxa betae*. Proceedings of the 50th wintercongress I.I.R.B.: p. 45-55.

Asher, M.J.C., 1988

Approaches to the control of fungal vectors of viruses with special reference to rhizomania. Brighton Crop Protection Conference 7B-2: p. 615-627.

Bürcky, K. en U. Beiss, 1986.

Schädigung der Zuckerrübe durch das Aderngelbfleckigkeitsvirus (BNYVV) in Abhängigkeit vom Verseuchungsgrad des Bodens. II. Nährstoffgehalt und Saftqualität. Zuckerindustrie 111: p. 1111-1117.

Bürcky, K en G. Büttner, 1989

Rizomaniatolerante Zuckerrübensorten. II. BNYVV-Gehalt junger Testpflanzen und Ertrag im Feld unter Rizomaniabefall. Zuckerindustrie 114: p. 225-228.

Clark, M.F. and A.N. Adams, 1977

Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal of General Virology 34: p. 475-483.

Cochran, W.G., 1950

Estimation of bacterial densities by means of the "most probable number". Biometrics 6: p. 105-116.

Delp, B.R. et al., 1986

Evaluation of field sampling techniques for estimation of disease incidence. Phytopathology 76: p. 1299-1305.

Graf, A. en H. Isak, 1986

Verfahren zur Bestimmung des Rizomaniabefalls an Zuckerrüben-Stichproben. Zuckerindustrie 111: p. 138-145.

Häni, A., 1987, Nachweis des beet necrotic yellow vein virus im Verlauf der Vegetationsperiode.

Proceedings 50 th wintercongress I.I.R.B.: p. 195-203.

Hamdorf, G. en D.E. Lesemann, 1979

Untersuchungen über das Vorkommen des BNYVV in Hessen und Rheinland-Pfalz. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. 31: p. 149-153.

Heijbroek, W., 1987

Dissemination of rhizomania by water, soil and manure. Proceedings of the 50th wintercongress I.I.R.B.: p. 35-43.

Heijbroek, W., 1988

Dissemination of rhizomania by soil, beet seeds and stable manure. Neth. J. Pl. Path. 94: p. 9-15.

Heijbroek, W., 1989

The development of rhizomania in two areas of the Netherlands and its effect on sugarbeet growth and quality. Neth. J. Pl. Path. 95: 27-35.

Hess, W. et al., 1984

Rizomania. VII. Verbreitung der Krankheitserreger durch Zuckerrübensaatgut? Zuckerindustrie 109: 846-849.

Hijink, M.J. en K. Kuiper, 1966

Waarnemingen over de verdeling van aaltjes in de grond. Verslagen en mededelingen van de PD no. 361: 14 pp.

Hill, S.A. en L. Torrance, 1989

Rhizomania disease of sugar beet in England. Plant pathology 38: p. 114-122.

Hillmann, U. en E. Schlösser, 1984

Rizomania: Virusgehalt von Zuckerrüben unterschiedlicher Toleranz. Mitteilungen der biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft heft 223: p. 321-322.

Hofmeester, Y., 1988

Effect van bouwplan en vruchtwisseling op schade door rhizomanie. Jaarboek 1987/1988 PAGV: p. 329-333.

Hofmeester, Y. en G. Tuitert, 1989

Development of rhizomania in an artificially infested field. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 54/2b: 469-478.

Hofmeester, Y., 1990a (in druk)

Grondverspreiding door landbouwwerktuigen. Jaarboek 1989/1990 PAGV.

Hofmeester, Y., 1990b (in druk)

Bedrijfshygiëne in de praktijk. PAGV-publikatie.

Horak, I. en E. Schlösser, 1981

Rizomania II. Effect of temperature on development of beet necrotic yellow vein virus on sugarbeet seedlings. Proceedings of the 5-th Congress of the Medit. Phytopath. Union 21 - 27 sept. 1980: 31-32.

Huth, W., 1984, Die Gelbmosaikvirose der Gerste in der Bundesrepublik Deutschland - Beobachtungen seit 1978. Nachr. Deut. Pflanzenschutzd. 36: p. 49-55.

Ivanovic, M., 1984

Polymyxa betae Kesk., as a parasite of sugarbeet and vector of BNYVV. PhD Thesis, University of Belgrade: 134 pp.

Keskin, B., 1964

Polymyxa betae n. sp. , ein Parasit in den Wurzeln von *Beta vulgaris* Tournefort, besonders während der Jugendentwicklung der Zuckerrübe. Arch. Mikrobiol. 49: p. 348-374.

Koch, F., 1976

Rizomania oder Wurzelbärtigkeit - eine neue Krankheit an Zuckerrüben. Gesunde Pflanzen 28: p. 150-154.

Koch, F., 1982

Die Rizomania der Zuckerrübe. Proceedings of the 45th wintercongress I.I.R.B.: p. 211-238.

Krexner, R., 1984

Rizomania - Ende des Rübenbaues? Der Pflanzenarzt 37: p. 166-171.

Lin, C.S. et al., 1979

An examination of five sampling methods under random and clustered disease distributions using simulation. Can. J. Plant Sci. 59: p. 121-130.

Lindsten, K., 1986, Rhizomania - a complicated disease in sugarbeet which can occur also in Sweden. Växtskyddsnotiser 50: p. 111-118.

Müller, H.J., 1983

Virusbefall und Verhalten von Inhaltsstoffen - auch in Abhängigkeit von Vorfruchten - im Jahre 1982 in Oesterreich. Zuckerindustrie 108: p. 760-763.

Müller, H.J. en R. Türkis, 1987

Standorteinflüsse auf Verbreitung und Verteilung des BNYV-virus im Boden und deren Auswirkung auf die Leistung von Zuckerrüben. Proceedings of 50th wintercongress I.I.R.B.: p. 219-233.

Richard-Molard, M., 1984

Beet rhizomania disease: the problem in Europe. British Crop Protection Conference 8B-7: p. 837-845.

Richard-Molard, M., 1989

Rhizomanie - progres recents de la recherche. Proceedings 52 th wintercongress I.I.R.B.: p. 241-248.

Rouxel, F. et al., 1985

Studies of soil receptiveness to clubroot caused by Plasmodiophora brassicae: experiments on responses of series of vegetable soils in Brittany. Integrated Plant Protection Meeting, Rennes, november 1985: 13 pp.

Schäufele, W.R. et al., 1979

Untersuchungen zur Felddiagnose der virösen Wurzelbärtigkeit (Rhizomania) der Zuckerrübe. Zuckerindustrie 104: p. 731-736.

Schäufele, W.R. et al, 1985

Untersuchungen über Ausbreitung des BNYVV, des Erreger der virösen Wurzelbärtigkeit (Rhizomania), innerhalb eines Feldes. Proceedings 48 th wintercongress I.I.R.B.: p. 411-420.

Seinhorst, J.W., 1973

The relation between nematode distribution in a field and loss in yield at different average nematode densities. Nematologica 19: p. 421-427.

Smit, A.L. et al., 1988

Teeltvervroeging bij suikerbieten door uitplanten. Jaarboek 1987/1988 PAGV: p. 50-57.

Tamada, T, 1975

Beet necrotic yellow vein virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 144.

Tuiter, G., 1988

Epidemiologie van rhizomanie. IRS Jaarverslag 1988: p. 56-59.

Tuiter, G. en Y. Hofmeester, 1989

Epidemiologie van rhizomanie. Gewasbescherming 20: p. 189.

Tuiter, G., 1990 (in druk)

Assessment of the inoculum potential of Polymyxa betae and beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in soil using the most probable number method.

Vuittenez, A., 1980

Une nouvelle virose de la betterave en France: la Rhizomanie. Premiers résultats de six années de recherches à l'INRA. Compte rendu des séances de l'Académie d'agriculture de France 66: p. 376-390.

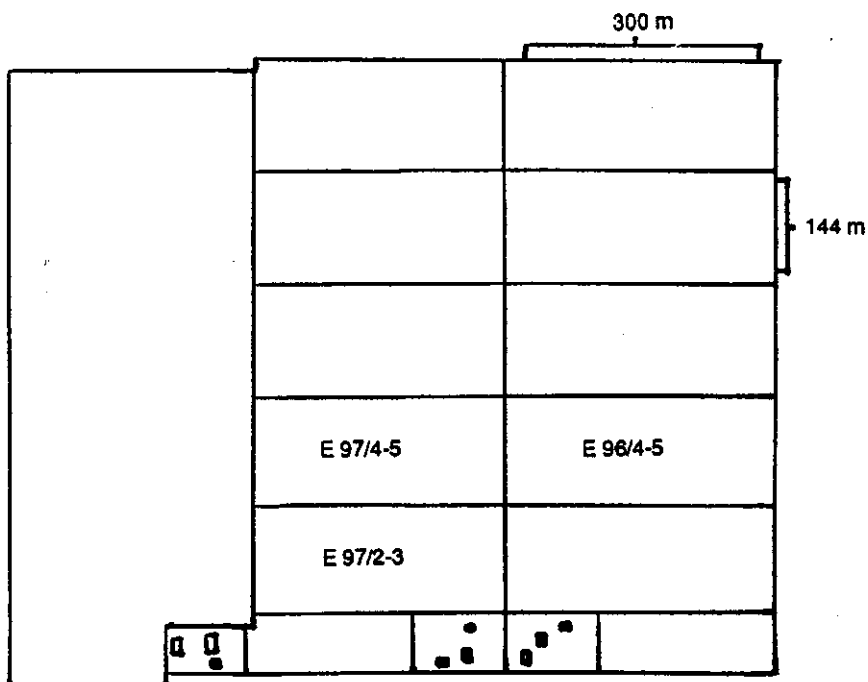
Winner, C., 1986

Pilzliche Seitenwurzelfäule der Zuckerrübe. Zuckerindustrie 111: p. 134-137.

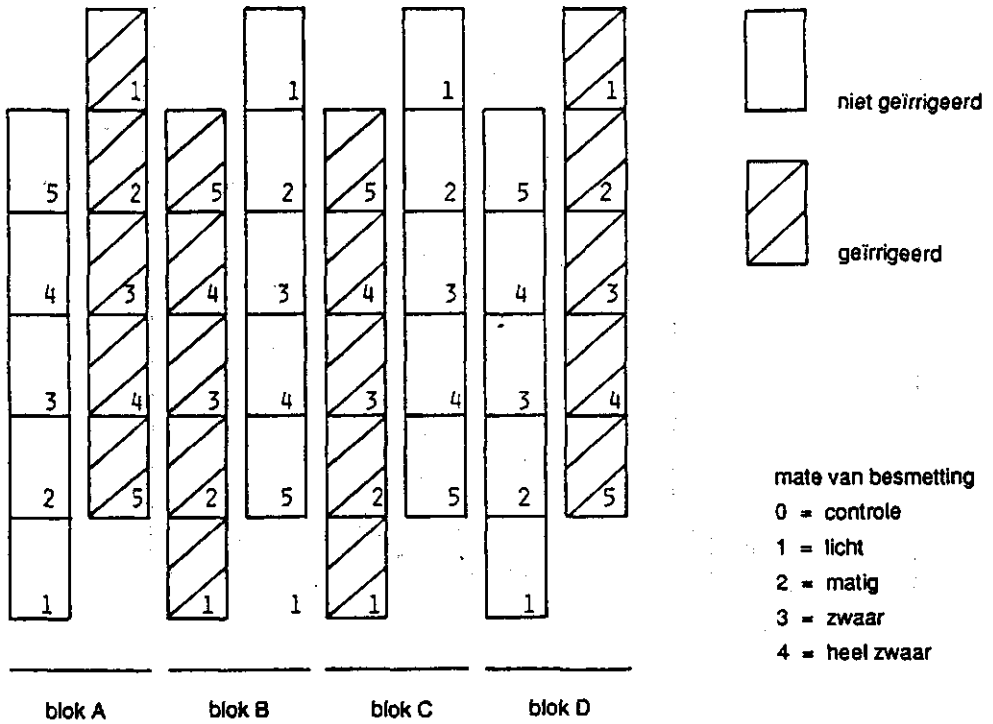
Winner, C., 1987

Fortschritte im Kampf gegen die Rizomania - Forschung und Züchtung im strategischen Verbund. Zuckerindustrie 112: p. 19-25.

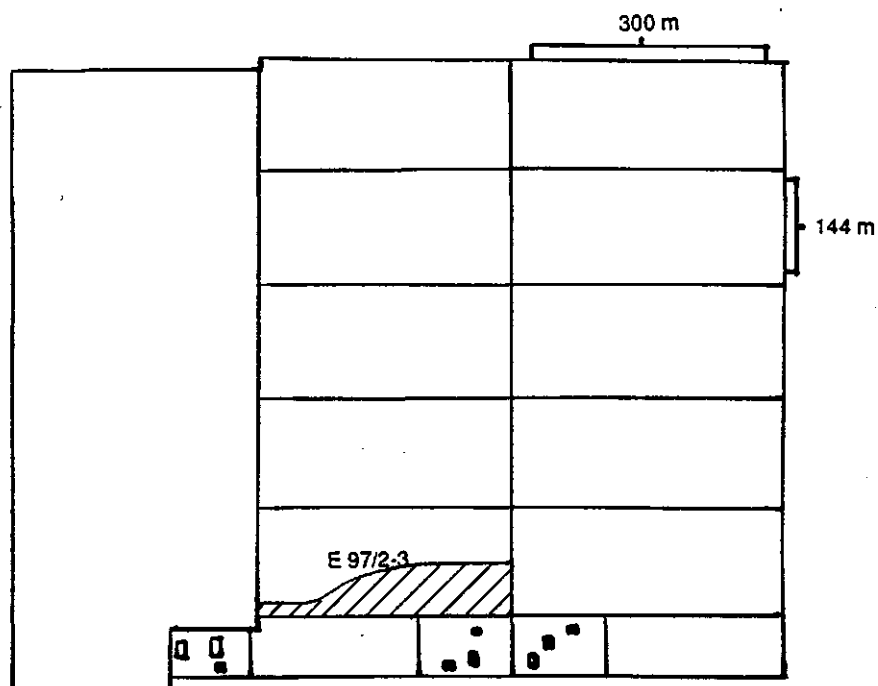
Veldnummers en situering van de OBS-percelen te Nagele.



Overzicht van het proefveld met kunstmatig aangebrachte besmettingen op de PD-quarantaine-tuin te Emmeloord.



Situering van rhizomanie-symptoomplanten in 1985 op perceel E 97/2-3 op de OBS (geconstateerd door W. Heijbroek van het IRS).



 = rhizomanie symptoomplanten

Overzicht van 72 veldjes in perceel E 97/2-3 op de OBS. In de veldjes is het aantal besmette biotoetsplanten van de veldjes vermeld.

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1					5		1	1	1
2	1	1	1	4		2	4		4
3		4	1	8		4	8	10	7
4	7	4	5	10	7	6	5	10	3
5	10	10	10	10	5	5	10	6	9
6	9	10	10	7	9	8	10	10	8
7	10	10	10	10	10	10	10	10	8
8	10	8	9	10	5	10	10	10	2

Overzicht van het aantal zieke biotoetsplanten per veld en de bijbehorende MPN-waarden.

veldnr.	aantal zieke biotoetsplanten/veld	MPN-waarde/100 ml grond
Q1	1	0.149
R1	1	0.099
S1	1	0.099
K2	1	0.050
L2	1	0.099
M2	1	0.050
M3	1	0.185
P2	2	0.104
S8	2	0.482
N2	4	0.235
Q2	4	0.235
S2	4	0.425
L3	4	0.235
L4	4	0.235
S7	8	3.483
P7	10	5.835
Q7	10	63.85
O7	10	33.50
R7	10	133.0
Q8	10	214.0
N4	10	8.730
R4	10	18.81
L5	10	59.25
M5	10	18.81
N5	10	1.390

Correlatiematrix tussen $\ln(x+1)$ en de verschillende oogstparameters van de biet, waarbij x =het aantal infectieuze eenheden per 100 ml grond is.

correlatiematrix	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
% zieke biotoetsplanten	1	1.000											
% symptoomplanten	2	0.766	1.000										
opbrengst/ha	3	-0.833	-0.793	1.000									
gewicht/biet	4	-0.759	-0.758	-945	1.000								
% zieke wortelpunten	5	0.839	0.816	-0.821	-0.731	1.000							
% koplarra	6	0.547	0.447	-0.643	-0.679	0.469	1.000						
% suiker	7	-0.818	-0.769	0.903	0.817	-0.851	-0.625	1.000					
netto suikeropbrengst/ha	8	-0.802	-0.805	0.979	0.978	-0.789	-698	0.874	1.000				
K-getal	9	0.810	0.802	-0.880	-0.859	0.847	0.636	-0.905	-0.891	1.000			
Na-gehalte	10	0.913	0.810	-0.913	-0.825	0.858	0.556	-0.938	-0.873	0.890	1.000		
α -amino-N-gehalte	11	-0.515	-0.446	0.671	0.680	-0.448	0.494	0.637	0.640	-0.451	-0.569	1.000	
$\ln(x+1)$	12	0.863	0.640	-0.828	-0.765	0.800	0.517	-0.820	-0.800	0.793	0.899	-0.500	1.000

Nog leverbare PAGV-uitgaven¹⁾

Verslagen

5. De invloed van het rooitijdstip op de stikstofbehoefte van drie suikerbietenrassen; ing. Th. Huiskamp, september 1982	f 10,—
6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C. A. A. A. Maenhout et al, januari 1983	f 10,—
7. Epipré-evaluatieverslag 1982; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, december 1982	f 10,—
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptie-aardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C. B. Bus, ing. K. W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D. W. de Hoop (LEI), februari 1983	f 10,—
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983	f 10,—
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983	f 10,—
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G. J. Bom, september 1983	f 10,—
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, januari 1984	f 10,—
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984	f 10,—
18. Rendabiliteit van continue teelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984	f 10,—
19. Biologie en ecologie van kleeftkruid (<i>Galium aparine</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, april 1984	f 10,—
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alpha-pootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984	f 10,—
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984	f 10,—
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J. Alblas, april 1984	f 10,—
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeelei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984	f 10,—
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984	f 10,—
25. Beregeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A. J. Hellings, oktober 1984	f 10,—
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984	f 10,—
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J. A. Schoneveld, november 1984	f 10,—
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985	f 10,—
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J. J. Schröder, maart 1985	f 10,—
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 - 1984. Ir. J. J. Schröder, maart 1985	f 10,—
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J. J. Schröder, maart 1985	f 10,—
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985	f 10,—
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (<i>Solanum nigrum</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, maart 1985	f 10,—
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985	f 10,—

¹⁾ Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt u op aanvraag graag toegezonden.

37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts, april 1985	f 10,—
38. Zuiveringsslib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985	f 10,—
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raagras, veldbeemdgras en roodzwenkgras. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985	f 20,—
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985	f 10,—
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vol-legrondsgroenteteelt, juli 1985	f 10,—
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985	f 10,—
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veld-bonen. Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985	f 20,—
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C. L. M. de Vis-ser, september 1985	f 10,—
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C. L. M. de Visser, september 1985	f 10,—
47. Biologie en ecologie van melganzevoet (<i>Chenopodium album</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, december 1985	f 10,—
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H. P. Versluis, december 1985	f 10,—
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J. G. H. Stassen, december 1985	f 10,—
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986	f 10,—
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N. J. Snoek, juli 1986	f 10,—
52. Biologie en ecologie van hanepoot (<i>Echinochloa crus-galli</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, juli 1986	f 10,—
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hier-mee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W. G. M. van den Brand, oktober 1986	f 10,—
54. De teelt van wintertarwe als dekvrucht voor veldbeemd- en roodzwenk-zaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986	f 10,—
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veld-beemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986	f 10,—
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J. A. Schoneveld, no-vember 1986	f 10,—
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwinkel, november 1986	f 10,—
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986	f 10,—
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproductie in Noord-Nederland. S. Vreeke, maart 1987	f 10,—
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J. K. Ridder, mei 1987	f 10,—
68. Vervroeging van vollegrondsgroenten met afdekmaterialen. Ir. C. F. G. Kramer en J. T. K. Poll, september 1987	f 10,—
69. Biologie en ecologie van vogelmuur (<i>Stellaria media</i>). Ir. W. G. M. van den Brand, september 1987	f 10,—
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje (<i>Meloidogyne hapla</i>). Ing. A. A. W. Zondervan, november 1987	f 10,—
71. Het EIPRE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EIPRE, de-cember 1987	f 10,—
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, januari 1988	f 10,—
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H. M. G. van der Werf, april 1988	f 10,—

74. Ontwikkeling van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts en ing. K. Hindriks, mei 1988	f 10,—
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptieaardappelen, suikerbieten en wintertarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988	f 10,—
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H. M. G. van der Werf en H. Hoek, december 1988	f 10,—
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C. F. G. Kramer, februari 1989	f 10,—
81. Stikstofbemesting van ijssla. Dr. ir. J. H. G. Slangen (LU), ir. H. H. H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989	f 10,—
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H. M. G. van der Werf (PAGV), J. J. Klooster (IMAG) en D. A. van der Schans (PAGV), mei 1989	f 10,—
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L. C. N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989	f 10,—
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J. K. Ridder, juli 1989	f 10,—
91. Overzaaien van suikerbieten. Dr. ir. A. L. Smit, oktober 1989	f 10,—
92. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in de Veenkoloniën. Drs. S. Cuperus, oktober 1989	f 10,—
93. Wortelverbruining bij snijmaïs. J. Schröder, A. G. M. Ebskamp en K. Scholte, oktober 1989	f 10,—
94. Noodzaak van roestbestrijding in Engels raai- en veldbeemdgras. Ir. G. H. Horemans, november 1989	f 10,—
95. Stikstofbemesting van peen. J.H.G. Slangen, H.H.H. Titulaer, H. Niers en J. van der Boon, januari 1990	f 10,—
96. De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f 10,—
97. Het Epipre-adviesmodel. H. Drenth en W. Stol, maart 1990	f 10,—
98. Zuiveringsslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong (PAGV), P.J. van Erp en P. van Lune (IB), april 1990	f 10,—
99. Aardpeer, een potentieel nieuw gewas. Ing. H. Morrenhof en ir. C.B. Bus, mei 1990	f 10,—
100. Teeltvervroeging bij suikerbieten. Ir. A.L. Smit, mei 1990	f 10,—
101. Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, F.M.L. Kanters, C.F.G. Kramer en J. Jeurissen, mei 1990	f 10,—
102. Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f 10,—
103. Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus Y ^N . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f 10,—
104. Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen Rhizoctonia op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f 10,—
105. Jaarverslag Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990	f 10,—
106. Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. J. Schröder, juli 1990	f 10,—
107. Langdurige bewaring van kroten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M. H. Zwart-Roodzant, juli 1990	f 10,—
108. Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs, Ir. J. Schröder, juli 1990	f 10,—
109. (Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.M. Titulaer, december 1990	f f 10,—
110. Voor vruchteffekten bij inpassing van vollegrondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f 10,—
111. Teelt van bakwaardige tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990	f 10,—

112. Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f 10,—
113. Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaltje en de optredende schade bij continueelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f 10,—
114. Onderzoek naar het effect van systemische nematiciden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990	f 10,—
115. Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990	f 10,—
116. Bladrandkeverbstrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f 10,—
117. Gewasdag mais, december 1990	f 10,—
118. Graszaadstengelgalmuggen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990	f 10,—
119. Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990	f 10,—

Publicaties

6. Witloftreksystemen, een vergelijking van produktie, arbeidsbehoefte en financieel resultaat; ing. M. v.d. Ham, ir. G. van Kruistum en ing. J. A. Schoneveld (IMAG), januari 1980	f 6,50
7. Virusziekten in pootaardappelen; ing. A. Schepers en ir. C. B. Bus, februari 1980	f 3,50
11. 15 jaar "De Schreef"; ing. O. Hoekstra, februari 1981	f 12,50
12. Continueelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten; ir. J. G. Lamers, februari 1981	f 10,—
17. Volgteelt van stamslabonen na doperwten; ing. L. M. Lumkes en ir. U. D. Perdok, oktober 1981	f 10,—
19. Jaarverslag 1981, mei 1982	f 15,—
21. Werkplan 1983, februari 1983	f 10,—
22. Jaarverslag 1982, juli 1983	f 15,—
23. Kwantitatieve informatie 1983 - 1984; september 1983	f 20,—
24. Werkplan 1984, februari 1984	f 10,—
25. Jaarverslag 1983, juni 1984	f 10,—
26. Kwantitatieve informatie 1984 - 1985, september 1984	f 20,—
27. Jaarverslag 1984, februari 1985	f 10,—
28. Werkplan 1985, februari 1985	f 10,—
29. Kwantitatieve informatie 1985 - 1986; september 1985	f 20,—
30. Effecten van grote drijfmestgiften bij de teelt van snijmais; ir. J. J. Schröder, september 1985	f 10,—
31. Werkplan 1986, maart 1986	f 10,—
32. Jaarverslag 1985, april 1986	f 15,—
33. Kwantitatieve informatie 1986 - 1987, september 1986	f 20,—
34. Werkplan 1987, maart 1987	f 10,—
35. Jaarverslag 1986, april 1987	f 15,—
36. Informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf, juni 1987	f 10,—
37. Kwantitatieve informatie 1987 - 1988; augustus 1987	f 20,—
38. Jaarboek 1986; november 1987	f 30,—
39. Werkplan 1988, maart 1988	f 10,—
40. Jaarverslag 1987; april 1988	f 15,—
41. Kwantitatieve informatie 1988 - 1989; augustus 1988	f 20,—
42. Optimalisering van de stikstofvoeding van consumptie-aardappelen; ir. C. D. van Loon en J. F. Houwing, januari 1989	f 20,—
43. Jaarboek 1987/'88; februari 1989	f 35,—
44. Bouwplan en vruchtopvolging. Ir. Th. G. F. M. Aerts en ir. W. A. M. Kromwijk, februari 1989	f 20,—
45. Werkplan 1989, april 1989	f 10,—

46. Jaarverslag 1988, april 1989	f 15,—
47. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond 1989, juni 1989	f 35,—
48. Kwantitatieve informatie 1989-1990. Ing. W. P. Noordam en ir. E. van de Wiel, oktober 1989	f 20,—
49. Jaarboek 1988/1989, oktober 1989	f 35,—
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk. Dr. P.H. Vereijken en ir. F.G. Wijnands, april 1990	f 15,—
51. Werkplan 1990, april 1990	f 10,—
52. Jaarverslag 1989, juni 1990	f 15,—
53. Kwantitatieve informatie 1990-1991, september 1990	f 25,—

Themaboekjes

2. Vruchtwisseling; februari 1981	f 7,50
3. Consumptie-aardappelen; december 1982	f 10,—
4. Snijmaïs; maart 1984	f 10,—
5. Zomergerst; november 1985	f 10,—
6. Kwaliteitszorg bij de teelt van witlof; december 1985	f 10,—
7. Organische stof in de akkerbouw, februari 1986	f 10,—
8. Geïntegreerde bedrijfssystemen, 17 november 1988	f 15,—
9. Vruchtwisseling, november 1989	f 15,—
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f 15,—
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f 15,—

OBS-uitgaven

1. Verslag over 1980; mei 1983	f 25,—
2. Verslag over 1981; december 1983	f 25,—
3. Verslag over 1982; mei 1984	f 25,—
4. Verslag over 1983; augustus 1985	f 20,—
5. Verslag over 1984; augustus 1986	f 20,—
6. Verslag over 1985; mei 1988	f 20,—

Teelthandleidingen

1. Blauwmaanzaad, april 1977	f 5,—
2. Zaauijen, maart 1985	f 10,—
4. Bleekselderij, september 1977	f 5,—
5. Bos- en waspeen, april 1982	f 10,—
9. Plantuien, maart 1979*	f 6,—
11. Prei, december 1985	f 10,—
12. Witlof, augustus 1989	f 20,—
13. Voederbieten, april 1983	f 10,—
14. Doperwt, augustus 1983	f 10,—
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids "Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,—"), maart 1985	f 12,50
16. Knolvenkel, maart 1984	f 10,—
17. Sluitkool, mei 1985	f 10,—
18. Bloemkool, oktober 1985	f 10,—
19. Sla, oktober 1985	f 10,—
20. Broccoli, juni 1986	f 10,—
21. Suikerbieten, december 1986	f 15,—
22. Andijvie, augustus 1987	f 10,—
23. Wintertarwe, september 1987	f 15,—
24. Kroten, juli 1988	f 15,—
25. Luzerne, september 1988	f 15,—
26. Graszaad, oktober 1988	f 15,—
27. Stamslabonen, november 1988	f 15,—
28. Droge erwten, maart 1989	f 15,—
29. Augurk, november 1990	f 15,—
30. Knolselderij, maart 1989	f 15,—
31. Spruitkool, november 1990	f 15,—

* Deze teelthandleidingen zijn ook verkrijgbaar bij de SNUIF in Colijnsplaat, girorekening 26233.

Korte teeltbeschrijvingen

1. Teunisbloemen, maart 1986	f 5,—
3. Paksoi en amsoi, augustus 1986	f 5,—
4. Bosui, december 1986	f 5,—
6. Groene asperge, september 1988	f 5,—
7. Courgette en pompoen, december 1988	f 5,—
8. Chinese kool, november 1989	f 10,—

Niet opgenomen in een reeks

— Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfsadministratie)	f 35,—
— Phoma bij aardappelen; ing. A. Schepers en ir. C. D. van Loon, maart 1988	f 5,—

U kunt een **jaarabonnement** nemen op de PAGV-uitgaven. Er zijn drie mogelijkheden:

1. **Praktijk-abonnement** à f 100,—. U ontvangt dan alle publikaties, teelthandleidingen, korte teeltbeschrijvingen en de themaboekjes die in het betreffende kalenderjaar verschijnen.
2. **Verslagen-abonnement** à f 100,—. U ontvangt een kalenderjaar lang alle verslagen die wij uitgeven.
3. Een **totaal-abonnement** (= 1 + 2) à f 200,—.

Bij elk abonnement zijn bovendien inbegrepen het PAGV-Jaarverslag en -Werkplan, en het OBS-Jaarverslag.

Voorts kunt u **losse exemplaren** bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 2249700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.
