



Bodemziektewerendheid en bodemmicroleven op biologische glastuinbouwbedrijven

Een oriënterend onderzoek naar verschillen tussen glastuinbouwpercelen in het
Westland

Dirk Jan van der Gaag en Eric de Groot

Project 435186

© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

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

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Sector Glastuinbouw

Adres : Bornsesteeg 47, Wageningen
: Postbus 167, 6700 AD Wageningen
Tel. : 0317 - 47 83 00
Fax : 0317 - 47 83 01
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : <http://www.ppo.dlo.nl>

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	4
1 ALGEMENE INLEIDING.....	5
2 ZIEKTWERENDHEID VAN EN MICROLEVEN IN BODEMS VAN BIOLOGISCH EN CONVENTIONEEL BEWERKTE GLASTUINBOUWPERCELEN IN HET WESTLAND	6
2.1 INLEIDING	6
2.2 MATERIAAL EN METHODEN.....	6
2.2.1 Bemonstering van percelen	6
2.2.2 Bepaling bodemziektewerendheid	7
2.2.3 Bepaling bodemmicroleven	7
2.2.4 Fysische bepalingen.....	7
2.2.5 Analyse van de gegevens	7
2.3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	8
2.3.1 Verschillen in ziektewerendheid	8
2.3.2 Micro-organismen	9
2.3.3 Fysische eigenschappen.....	9
2.3.4 Correlaties tussen de verschillende variabelen.....	10
2.4 VOORLOPIGE CONCLUSIES	10
3 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK	11
4 LITERATUUR.....	12

Samenvatting

De ziekteverendheid van 6 grondmonsters afkomstig van respectievelijk 2 conventioneel en 4 biologisch bewerkte percelen werd bepaald als mede het aantal kweekbare schimmels, bacteriën en actinomyceten. Er was een duidelijke variatie in ziekteverendheid tegen *Rhizoctonia* en *Phytophthora*. Omdat in de biotoets *Pythium*komkommer ook in de niet-kunstmatig besmette controle veel kiemplanten uitvielen was deze toets onbruikbaar om de ziekteverendheid van de grond tegen *Pythium* te bepalen. De ziekteverendheid van de grond tegen *Phytophthora* was positief gecorreleerd met de stoffractie (gronddeeltjes van 2-50 μm) en het aantal schimmels in de bodem. De ziekteverendheid van een grond waarop ca 2.5 jaar biologisch was geteeld, was niet groter dan van een grond met een vergelijkbare textuur die ca. een maand voor bemonsteren was gestoomd en daarna braak had gelegen. In de gestoomde grond waren duidelijk minder schimmels, bacteriën en actinomyceten aanwezig dan in de andere gronden.

1 Algemene inleiding

De Nederlandse overheid wil de biologische land- en tuinbouw stimuleren en heeft zich ten doel gesteld dat in het jaar 2010 op 10% van het totale land- en tuinbouwareaal biologisch wordt geteeld. Op dit moment wordt in de glastuinbouw slechts op een 0.5% van het totale areaal op biologische wijze geteeld. Eén van de belangrijkste problemen die zich voordoet bij biologische glastuinbouw zijn bodemgebonden ziekten. Ziekten veroorzaakt door aaltjes, met name de wortelknobbelaaltjes, zijn daarbij het grootste probleem gevolgd door diverse schimmelziekten zoals kurkwortel, *Phytophthora* wortel- en stengelrot en aantasting door *Rhizoctonia solani*. Tegen deze ziekten zijn geen resistente rassen bekend en omdat stomen van de grond in de biologische teelten sterk beperkt zal gaan worden zal naar alternatieven moeten worden gezocht om bodemziekten te beheersen. Uit experimenteel en literatuuronderzoek is gebleken dat biologische middelen weinig of niet effectief zijn tegen bodemziekten en dat zij slechts een bescheiden rol kunnen spelen in de onderdrukking van bodemziekten (Dik et al., 2001; Van der Gaag et al., 2002a,b). Een ruime vruchtwisseling is de beste maatregel maar lastig realiseerbaar in de glastuinbouw omdat er op dit moment in feite maar 3 hoofdgewassen zijn: komkommer, tomaat en paprika. Bekend is dat tussen diverse gronden grote verschillen kunnen bestaan in de mate van ziekteverendheid en dat de mate van ziekteverendheid beïnvloed kan worden door het inbrengen van organische stoffen. Door het herhaaldelijk inbrengen van organisch materiaal in de grond zal het organisch stofgehalte in de bodem geleidelijk stijgen en daarmee ook de diversiteit van het bodemleven. De mate van ziekteverendheid van een bodem is vaak gecorreleerd met het organisch stofgehalte in de bodem (Van Bruggen, 1995). Het doel van dit project was het uitwerken van enkele biotoetsen om de ziekteverendheid van de bodem te kunnen bepalen en een eerste inventarisatie uit te voeren naar verschillen in ziekteverendheid tussen kasgronden in het Westland op zowel biologische als conventionele bedrijven. In dit verslag wordt de inventarisatie beschreven.

2 Ziektewerendheid van en microleven in bodems van biologisch en conventioneel bewerkte glastuinbouwpercelen in het Westland

2.1 Inleiding

Bodemgebonden ziekten kunnen een belangrijk probleem zijn of gaan worden op biologische glastuinbouwbedrijven omdat over het algemeen een zeer korte rotatieduur wordt aangehouden. Bij vruchtgroentegewassen zouden met name kurkwortel veroorzaakt door *Pyrenochaeta lycopersici* en *Phytophthora* wortel- en stengelrot een probleem gaan worden. *Rhizoctonia solani* zou de teelt van bijvoorbeeld radijs vrijwel onmogelijk kunnen maken. De werkzaamheid van biologische middelen tegen bodemziekten is over het algemeen gering, resistente rassen zijn tegen deze ziekten niet beschikbaar en een oplossing moet dan ook vooral komen uit een ruimere rotatie en maatregelen die de ziektewerendheid van de bodem verhogen zoals bijvoorbeeld toevoeging van organische stoffen. In dit oriënterend onderzoek is onderzocht of er verschillen bestaan in ziektewerendheid tussen kasgronden in het Westland. Hierbij zijn grondmonsters van conventioneel en biologisch geteelde percelen genomen. Meer specifiek was het doel van het onderzoek: (1) Bepalen of er variatie bestaat in bodemziektewerendheid tussen percelen in het Westland. (2) Bepalen of de bodemziektewerendheid van biologisch geteelde percelen hoger is dan die van conventioneel geteelde percelen, (3) Bepalen van het aantal kweekbare bacteriën, actinomyceten en schimmels in de bemonsterde percelen en het relateren van deze populatiegrootten aan de mate van bodemziektewerendheid.

2.2 Materiaal en methoden

2.2.1 Bemonstering van percelen

Bodems werden bemonsterd van 6 percelen met elk een verschillende voorgeschiedenis. Op vier van deze percelen werd biologisch geteeld en op de 2 andere percelen op conventionele wijze (Tabel 1). De percelen werden bemonsterd op 16 oktober 2001. Per perceel werd 14 L grond verzameld door over het hele perceel regelmatig verspreid steken grond te nemen m.b.v. een pootschopje. Hierbij werd de bovenste 2 cm van de grond verwijderd om eventueel aanwezige onkruiden te verwijderen. Volume grond per steek was 0.5 L. De monsters werden opgeslagen bij 10°C in plastic emmers die losjes werden afgedekt met plastic om uitdroging van de grond te voorkomen.

Tabel 1. Voorgeschiedenis en bijzonderheden van de bemonsterde percelen ter bepaling van de bodemziektewerendheid en karakterisering van het bodemmicroleven

Code	Locatie	Biologisch/conventioneel	Bijzonderheden	Gewas tijdens bemonsteren
1	Maasdijk	Conventioneel	Gestoomd in augustus 2000	Sla
2A	's Gravezande	Biologisch		Komkommer
2B	's Gravezande	Biologisch		Paprika
3	PPO-Naaldwijk, kas 207-1	Conventioneel	Gestoomd op 19 september 2001	Braak
4	Naaldwijk	Biologisch	Biologisch sinds januari 1999	Tomaat
5	PPO-Naaldwijk, kas 402-3	Biologisch	Biologisch sinds mei 1999	Chrysant

2.2.2 Bepaling bodemziektewerendheid

Biotoetsen werden uitgevoerd met de volgende pathosystemen:

Korngroen - *Pythium ultimum*

Tomaat - *Phytophthora nicotianae*

Radijs - *Rhizoctonia solani*

Inoculum van de pathogenen werd geproduceerd in aarde-meelculturen. Veen (Finnpeat) bemest (0.8 g PG-mix per L) en bekalkt (4 g dolokalk per L) werd gemengd met vermalen havermout (2 g per 100 g veen) en vervolgens 2x geautoclaveerd. De aardemeelcultuur werd beënt met 3 agar ponsjes (1.5 x 1.5 cm) met het pathogeen. De ponsjes werden genomen uit de rand van een kolonie op PDA. De aardemeelcultuur werd vervolgens 3 weken geïncubeerd bij 24°C. De met het pathogeen doorgegroeide cultuur werd vervolgens gemengd met grond in verschillende dichtheden. Per pathogeen werden 3 inoculumdichtheden gebruikt: 0, 0.1 of 0.3 en 1.0% (v/v) (Tabel 2). De besmette grond werd geplaatst in een 9-cm pot (volume ca 300 ml) en vervolgens werden per pot 7 zaden op 1 cm diepte geplaatst. Water werd op de potjes gegoten tot het vochtgehalte overeenkwam met een pF van 1.7 en daarna werd regelmatig water gegeven door water te gieten op de schotel waarop de pot was geplaatst. Het aantal gezonde zaailingen werd 17 dagen na zaaien bepaald

2.2.3 Bepaling bodemmicroleven

Van elk grondmonster werden 2 submonsters genomen elk overeenkomend met 5 g droge grond. Elk submonster werd gesuspenderd in 100 ml 0.1% pyrofosfaat in een 250-ml erlenmeyer. De erlenmeyer werd gedurende 20 min geschud op een schudmachine (120 rpm). Vervolgens werd een verdunningsreeks gemaakt en werd van 2 of meer verdunningen 0.1 ml uitgeplaat op een semi-selectief medium (Tabel 2). De platen werden geïncubeerd bij 24°C in het donker. Het aantal bacteriekolonies werd 2 dagen na uitplaten geteld op de TSA-platen, het aantal schimmelkolonies na 3 dagen op de PDA-platen. Het aantal actinomycetenkolonies werd geteld op de WA-platen 4 dagen na uitplaten m.b.v. een binoculair.

Tabel 2. Verdunningen en media gebruikt voor het bepalen van het aantal kweekbare schimmels, actinomyceten en bacteriën in de grondmonsters.

Groep	Verwacht aantal per g grond	Uitplaten	Medium
Schimmels	$10^4 - 10^5$	$10^0, 10^1$	PDA + antibiotica
Actinomyceten	10^5	$10^0, 10^1, 10^2$	Water Agar pH 10.5
Aërobe bacteriën	$10^6 - 10^7$	$10^1, 10^2, 10^3$	0.1 TSA

2.2.4 Fysische bepalingen

Van elk grondmonster werd een kilo grond (natgewicht) naar Analytico Milieu B.V. gestuurd voor een zeefkromme SCG bepaling. Bij deze bepaling wordt het organisch stofgehalte, de pH (pH-CaCl₂) en de korrelgrootteverdeling van de grond bepaald waarbij de volgende fracties worden onderscheiden: <2, 16, 25, 35, 45, 50, 63, 125, 250, 500, 1000 en 2000 µm.

2.2.5 Analyse van de gegevens

Een twee-factor variantie-analyse werd toegepast op het aantal gezonde zaailingen voor elke waardplant-pathogeen combinatie met grond en inoculumdichtheid als proeffactoren. Het % uitval werd berekend voor de *Pythium*, *Rhizoctonia*- en *Phytophthora*-toets met de gegevens bij respectievelijk de 0, 0.3 en 0.1% inoculumdichtheid. Het % uitval werd berekend bij de *Pythium*-toets volgens de formule:

$$[7 - (\text{aantal gezonde zaailingen})] / 7 * 100$$

en bij de *Rhizoctonia*- en *Phytophthora*-toets als:

$$[(\text{gemiddeld aantal gezonde zaailingen per pot in de controle}) - (\text{aantal gezonde zaailingen in de besmette pot})] / (\text{gemiddeld aantal gezonde zaailingen per pot in de controle}) * 100.$$

Percentages uitval werden geanalyseerd m.b.v. variantie-analyse. Correlaties werden berekend tussen de verschillende variabelen (% uitval in de 3 toetsen, aantallen bacteriën, schimmels en actinomyceten, pH, % organische stof, de lutumfractie (< 2 µm), de stoffractie (2-50 µm)) m.b.v. Spearman's rang correlatietoets. Hierbij werden zowel de correlatiecoëfficiënten berekend met de gegevens van alle 6 de monsters als met

de gegevens van 5 monsters waarbij de resultaten van het monster afkomstig van het recent gestoomde perceel niet werden gebruikt.

2.3 Resultaten en discussie

2.3.1 Verschillen in ziekteverendheid

Uitval bij komkommer trad ook op in de niet-kunstmatig besmette grondmonsters (Tabel 3). Dit verschijnsel komt ook voor bij collega-onderzoekers op de Wageningen Universiteit en wordt vermoedelijk veroorzaakt door *Pythium* die al in de grond aanwezig is. Alleen in de grond die kort van tevoren was gestoomd (perceel 3) trad geen uitval op. Opvallend was dat in deze grond ook in de besmette behandelingen weinig uitval voorkwam en dat in één pot bij de hoogste besmetting alle 7 plantjes omvielen terwijl in de andere potje 0 of 1 plantjes uitvielen. Dit verschijnsel was ook waargenomen in een pilot toets en de oorzaak is niet bekend. Het inoculum werd per potje afgemeten en afzonderlijk door de grond gemengd. Een verschil in inoculumdichtheid tussen potjes kan het verschijnsel dus niet verklaren. De komkommer-*Pythium ultimum* toets is in ieder geval niet geschikt om de ziekteverendheid van de grond tegen *Pythium* ziekten te bepalen omdat veel plantjes uitvallen in de niet-besmette behandeling. Verschillen in uitval tussen gronden kunnen dan mogelijk veroorzaakt worden door verschillen in inoculumdichtheden van pathogenen en/of verschillen in ziekteverendheid. De toets (zonder kunstmatige besmetting) kan mogelijk wel worden gebruikt om de aanwezigheid van pathogenen te bepalen die uitval bij komkommerzaailingen kunnen veroorzaken. Opvallend was dat in grond no. 4 relatief weinig uitval optrad. Mogelijk kan *Pythium* in deze grond minder makkelijk groeien dan in de andere getoetste gronden. Dit zou evt. getoetst kunnen worden m.b.v een in vitro toets waarbij wordt bepaald in welke mate *Pythium* op de grond kan groeien.

Er waren duidelijke verschillen in kiemplantuitval bij radijs en tomaat in de verschillende gronden waarbij de uitval het hoogst was in de recent gestoomde grond en grond afkomstig uit een kas vlakbij de gestoomde grond (percelen 3 en 5; beide op PPO-Naaldwijk) (Tabellen 3 en 4). Verschillen traden op bij de laagste inoculumdichtheid. Bij de hoogste inoculumdichtheid (1%) was de ziektedruk vermoedelijk te hoog om nog verschillen in mate van ziekteverendheid tussen de gronden te kunnen bepalen.

Tabel 3. Aantal gezonde zaailingen 17 dagen na zaaien in grond wel/niet kunstmatig besmet met *Pythium ultimum* (Pu), *Rhizoctonia solani* (Rs) of *Phytophthora nicotianae* (Pn).

Bedrijf/ perceel	Biologisch	Aantal gezonde zaailingen								
		Komkommer - Pu			Radijs - Rs			Tomaat - Pn		
		0%	0.3%	1%	0%	0.3%	1%	0%	0.1%	1%
1	Nee	0.6	0.1	1.0	6.6	4.4	1.6	5.2	5.0	2.0
2 A	Ja	3.4	1.2	1.6	6.6	5.4	0.2	5.2	3.8	0.0
2 B	Ja	1.8	2.0	1.2	6.4	4.6	0.0	5.0	4.6	3.2
3	Nee	7.0	6.8	5.2	6.8	0.2	0.0	6.8	3.2	1.2
4	Ja	5.8	5.6	4.2	6.6	2.4	0.2	5.8	3.6	0.0
5	Ja	1.0	0.2	0.2	6.2	1.8	0.0	4.8	1.8	1.8
I.s.d.		1.6			1.4			1.7		

Tabel 4. Gemiddeld percentage uitval in de biotoetsen gerelateerd aan het aantal gezaaide plantjes (kornkommer) of het gemiddeld aantal gezonde plantjes in de niet-besmette controle.

Grond	Percentage uitval		
	Kornkommer (ID=0%) ^a	Radijs (ID=0.3%)	Tomaat (ID=0.1%)
1	91.4	33.3	3.9
2 A	51.4	18.2	26.9
2 B	74.3	28.1	8.0
3	0.0	97.1	52.9
4	17.1	63.6	37.9
5	85.7	71.0	62.5
LSD	26.37	33.35	36.73

^a ID = inoculumdichtheid (V/V)

2.3.2 Micro-organismen

Er waren geen grote verschillen (factor 10 of meer) in aantallen kweekbare micro-organismen tussen de gronden met uitzondering van het gestoomde perceel (Tabel 5). Grond afkomstig van dit perceel bevatte relatief weinig micro-organismen. Dit was ook verwacht omdat deze grond net gestoomd was en er daarna nog geen gewas op was geteeld. Opvallend was wel dat er een groot verschil was (factor 100) in aantallen bacteriën tussen de 2 submonsters van de gestoomde grond. Voor schimmels werd ook een groot verschil gevonden (ca. factor 10). Verschillen tussen submonsters voor de andere gronden waren beduidend kleiner. Mogelijk dat op microschaal in de gestoomde grond aanzienlijke verschillen voorkwamen doordat een herkolonisatieproces aan de gang was dat vermoedelijk pleksgewijs in de grond begint.

Tabel 5. Aantallen bacteriën, actinomyceten en schimmels bepaald na uitplaten van grondmonsters op respectievelijk TSA, WA en PDA. Getallen zijn gemiddelde van legiogetransformeerde waarden

Bedrijf/ Perceel	Biologisch	Aantal micro-organismen		
		Bacteriën	Actinomyceten	Schimmels
1	Nee	7.94	6.25	5.39
2 A	Ja	7.32	6.07	5.27
2 B	Ja	7.74	6.34	5.31
3	Nee	5.38/7.36	3.30	3.00
4	Ja	7.55	5.58	4.81
5	Ja	7.38	5.97	4.62

2.3.3 Fysische eigenschappen

Verschillen in pH tussen de gronden waren klein. De pH varieerde van 6.9 tot 7.1. Het organisch stofgehalte van de gronden verschilde wel sterk, van 1.9 tot 8.4% (Tabel 6). De laagste waarde had de gestoomde grond (perceel 3). Dit is niet verwonderlijk omdat de grond veel braak had gelegen. De hoogste waarde werd gevonden in een grond afkomstig van een praktijkbedrijf. Op deze grond worden elk jaar 2 teelten sla en 1 zomerteelt courgette gehouden. Het hoge gehalte aan organische stof kan worden verklaard doordat bij dit teeltschema geregeld gewasresten door de bodem worden gemengd.

Tabel 6. Organisch stofgehalte, pH, lutum- en stoffracties van de grondmonsters

Bedrijf/ perceel	Organische stof (%)	pH	Korrelgrootte (%)	
			< 2 µm	2 – 50 µm
1	8.4	7.0	3.1	27.4
2A	6.2	7.1	9.4	17.4
2B	6.8	7.1	5.7	20.4
3	1.9	7.0	2.0	8.0
4	4.8	6.9	7.8	18.1
5	5.9	6.9	3.0	9.5

2.3.4 Correlaties tussen de verschillende variabelen

Significante positieve correlaties werden gevonden tussen het organisch stofgehalte en het aantal actinomyceten en schimmels, zowel zonder als met de gegevens van de gestoomde grond (no. 3). Het aantal bacteriën was ook positief gecorreleerd met het organisch stofgehalte maar niet significant. (bijlage 1). Uitval door *Phytophthora* was negatief gecorreleerd met het aantal schimmels (zowel zonder als met de gegevens van de gestoomde grond (no. 3)). Er waren positief significante correlaties tussen de stoffractie en het aantal bacteriën en schimmels en een significant negatieve correlatie tussen uitval door *Phytophthora* en het aantal schimmels. Er was ook een significante negatieve correlatie tussen de stoffractie en uitval door *Phytophthora*. De twee grondmonsters afkomstig van de 2 percelen op PPO-Naaldwijk (no. 3 en 5) verschilden relatief weinig w.b. textuur. Wel was het organisch stofgehalte van de grond op het biologische perceel (no. 5) beduidend hoger dan op het recent gestoomd perceel (no. 3). Dit was ook verwacht omdat perceel 3 vrij veel braak had gelegen en er dus weinig organische stof aan toe was gevoegd in de laatste paar jaar. De 2 percelen verschilden echter niet significant in ziekteverendheid tegen *Rhizoctonia* of *Phytophthora* wat suggereert dat de mogelijkheden om de ziekteverendheid van een grond te verhogen door verhoging van het organische stofgehalte beperkt lijken.

2.4 Voorlopige conclusies

Het aantal bemonsterde percelen was zeer beperkt en daarom kunnen slechts enkele hypothesen of voorlopige conclusies worden geformuleerd:

- Er bestaat variatie in ziekteverendheid tegen *Rhizoctonia* en *Phytophthora* tussen glastuinbouwpercelen in het Westland
- De mogelijkheden om de ziekteverendheid van een grond te verhogen tegen *Rhizoctonia* of *Phytophthora* door verhoging van het organische stofgehalte lijken beperkt.
- De textuur van de grond heeft een duidelijk effect op de receptiviteit van een grond voor *Phytophthora* ziekten en met name lichte gronden lijken receptief.

3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

- Effect toetsen van verschillende organische (mest)stoffen op de ziekteverendheid van de bodem op korte (enkele weken tot maanden) en lange termijn (meerdere jaren) bij zowel lichte als zwaardere kasgronden.
- Bodems ook toetsen op ziekteverendheid tegen kurkwortel, momenteel het belangrijkste schimmelpathogeen op biologische bedrijven
- Bepalen functionele biodiversiteit in de bodem en relateren aan mineralisatiesnelheid van organische meststoffen en ziekteverendheid

4 Literatuur

Dik, A.J., Amsing, J.J., Bloemhard, B.C., Boertjes, B.C. & D.J. van der Gaag, 2001. Inventarisatie van natuurlijke middelen in de glastuinbouw. Publicatie van GENOEG. www.gewasbescherming.nl

Van der Gaag, Paternotte P., Bloemhard, B.C., & K. Vellekoop, 2002a. Toetsing van biologische middelen tegen bodemziekten in grondteelten van glasgroenten. Vertrouwelijk rapport PPO.

Van der Gaag, D.J., Paternotte P & K. Vellekoop, 2002b. Toetsing van biologische middelen tegen wortelziekten in bloemisterijgewassen. Vertrouwelijk rapport PPO.

Van Bruggen, A.H.C., 1995. Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. *Plant Disease* 79: 976 – 984.

Bijlage 1

Berekening van Spearman's correlatiecoëfficiënten. De gegevens van alle 6 de grondmonsters werden gebruikt.

KK = % uitval in de komkommer - Pythium toets
 Radijs = % uitval in de radijs - Rhizoctonia toets
 Tomaat = % uitval in de tomaat - Phytophthora nicotianae toets
 Org = % organische stof in de grond
 Lutum = lutumfractie in de grond (deeltjes < 2 um)
 Stof = stoffractie in de grond (deeltjes 2- 50 um)
 pH = pH-CaCl₂ van de grond
 Bact = aantal kweekbare bacteriën op 0.1 TSA
 Act = aantal kweekbare actinomyceten op WA (pH 10.5)
 Sch = aantal kweekbare schimmels op PDA

SAS 9:20 Wednesday, June 9, 1993

1

OBS	GROND	KK	RADIJS	TOMAAT	ORG	LUTUM	STOF	PH	BACT	ACT	SCH
1	1	91.4	33.3	3.8	8.4	3.1	27.4	7.0	7.94	6.25	5.39
2	2a	51.4	18.2	26.9	6.2	9.4	17.4	7.1	7.32	6.07	5.27
3	2b	74.3	28.1	8.0	6.8	5.7	20.4	7.1	7.74	6.34	5.31
4	3	0.0	97.1	52.9	1.9	2.0	8.0	7.0	6.37	3.30	3.00
5	4	17.1	63.6	37.9	4.8	7.8	18.1	6.9	7.55	5.58	4.81
6	5	85.7	71.0	62.5	5.9	3.0	9.5	6.9	7.38	5.97	4.62

SAS 9:20 Wednesday, June 9, 1993

2

CORRELATION ANALYSIS

10 'VAR' Variables:	ORG	LUTUM	STOF	PH	BACT	ACT
	SCH	KK	RADIJS	TOMAAT		

SAS 9:20 Wednesday, June 9, 1993

3

CORRELATION ANALYSIS

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
ORG	6	5.66667	2.19241	6.05000
LUTUM	6	5.16667	2.97097	4.40000
STOF	6	16.80000	7.18471	17.75000
PH	6	7.00000	0.08944	7.00000
BACT	6	7.38333	0.54694	7.46500
ACT	6	5.58500	1.15039	6.02000
SCH	6	4.73333	0.90277	5.04000
KK	6	53.31667	37.67574	62.85000
RADIJS	6	51.88333	30.30785	48.45000
TOMAAT	6	32.00000	23.66060	32.40000

4

CORRELATION ANALYSIS

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
ORG	1.90000	8.40000
LUTUM	2.00000	9.40000
STOF	8.00000	27.40000
PH	6.90000	7.10000
BACT	6.37000	7.94000
ACT	3.30000	6.34000
SCH	3.00000	5.39000
KK	0	91.40000
RADIJS	18.20000	97.10000
TOMAAT	3.80000	62.50000

5

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 6

	ORG	LUTUM	STOF	PH
BACT				
ORG	1.00000	0.31429	0.82857	0.47809
0.77143	0.0	0.5441	0.0416	0.3375
0.0724				
LUTUM	0.31429	1.00000	0.42857	0.35857
0.20000	0.5441	0.0	0.3965	0.4852
0.7040				
STOF	0.82857	0.42857	1.00000	0.23905
0.94286	0.0416	0.3965	0.0	0.6483
0.0048				
PH	0.47809	0.35857	0.23905	1.00000
0.00000	0.3375	0.4852	0.6483	0.0
1.0000				

6

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 6

	ORG	LUTUM	STOF	PH	
BACT					
BACT	0.77143	0.20000	0.94286	0.00000	
1.00000	0.0724	0.7040	0.0048	1.0000	0.0
ACT	0.94286	0.37143	0.77143	0.59761	
0.71429	0.0048	0.4685	0.0724	0.2103	
0.1108					
SCH	0.94286	0.48571	0.94286	0.47809	
0.82857	0.0048	0.3287	0.0048	0.3375	
0.0416					
KK	0.82857	-0.02857	0.60000	0.00000	
0.71429	0.0416	0.9572	0.2080	1.0000	
0.1108					

7

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 6

	ORG	LUTUM	STOF	PH	
BACT					
RADIJS	-0.71429	-0.82857	-0.60000	-0.71714	-
0.37143	0.1108	0.0416	0.2080	0.1087	
0.4685					
TOMAAT	-0.82857	-0.42857	-0.88571	-0.59761	-
0.71429	0.0416	0.3965	0.0188	0.2103	
0.1108					

8

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 6

	ACT	SCH	KK	RADIJS	
TOMAAT					
ORG	0.94286	0.94286	0.82857	-0.71429	-
0.82857					
	0.0048	0.0048	0.0416	0.1108	
0.0416					
LUTUM	0.37143	0.48571	-0.02857	-0.82857	-
0.42857					
	0.4685	0.3287	0.9572	0.0416	
0.3965					
STOF	0.77143	0.94286	0.60000	-0.60000	-
0.88571					
	0.0724	0.0048	0.2080	0.2080	
0.0188					
PH	0.59761	0.47809	0.00000	-0.71714	-
0.59761					
	0.2103	0.3375	1.0000	0.1087	
0.2103					

9

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 6

	ACT	SCH	KK	RADIJS	
TOMAAT					
BACT	0.71429	0.82857	0.71429	-0.37143	-
0.71429					
	0.1108	0.0416	0.1108	0.4685	
0.1108					
ACT	1.00000	0.88571	0.71429	-0.77143	-
0.77143					
	0.0	0.0188	0.1108	0.0724	
0.0724					
SCH	0.88571	1.00000	0.65714	-0.77143	-
0.94286					
	0.0188	0.0	0.1562	0.0724	
0.0048					
KK	0.71429	0.65714	1.00000	-0.31429	-
0.42857					
	0.1108	0.1562	0.0	0.5441	
0.3965					

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 6

	ACT	SCH	KK	RADIJS	
TOMAAT					
RADIJS	-0.77143	-0.77143	-0.31429	1.00000	
0.71429					
	0.0724	0.0724	0.5441	0.0	
0.1108					
TOMAAT	-0.77143	-0.94286	-0.42857	0.71429	
1.00000					
	0.0724	0.0048	0.3965	0.1108	0.0

Berekening van Spearman's correlatiecoëfficiënten. De gegevens van grondmonster 3 afkomstig van het gestoomde perceel zijn bij deze analyse niet gebruikt

SAS 9:38 Wednesday, June 9, 1993 1

OBS	GROND	KK	RADIJS	TOMAAT	ORG	LUTUM	STOF	PH	BACT	ACT	SCH
1	1	91.4	33.3	3.8	8.4	3.1	27.4	7.0	7.94	6.25	5.39
2	2a	51.4	18.2	26.9	6.2	9.4	17.4	7.1	7.32	6.07	5.27
3	2b	74.3	28.1	8.0	6.8	5.7	20.4	7.1	7.74	6.34	5.31
4	4	17.1	63.6	37.9	4.8	7.8	18.1	6.9	7.55	5.58	4.81
5	5	85.7	71.0	62.5	5.9	3.0	9.5	6.9	7.38	5.97	4.62

SAS 9:38 Wednesday, June 9, 1993

2

CORRELATION ANALYSIS

10 'VAR' Variables: ORG LUTUM STOF PH BACT ACT
SCH KK RADIJS TOMAAT

SAS 9:38 Wednesday, June 9, 1993

3

CORRELATION ANALYSIS

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median
ORG	5	6.42000	1.32363	6.20000
LUTUM	5	5.80000	2.83284	5.70000
STOF	5	18.56000	6.42596	18.10000
PH	5	7.00000	0.10000	7.00000
BACT	5	7.58600	0.25667	7.55000
ACT	5	6.04200	0.29643	6.07000
SCH	5	5.08000	0.34264	5.27000
KK	5	63.98000	30.35666	74.30000
RADIJS	5	42.84000	23.12667	33.30000
TOMAAT	5	27.82000	23.84821	26.90000

SAS 9:38 Wednesday, June 9, 1993

CORRELATION ANALYSIS

Simple Statistics

Variable	Minimum	Maximum
ORG	4.80000	8.40000
LUTUM	3.00000	9.40000
STOF	9.50000	27.40000
PH	6.90000	7.10000
BACT	7.32000	7.94000
ACT	5.58000	6.34000
SCH	4.62000	5.39000
KK	17.10000	91.40000
RADIJS	18.20000	71.00000
TOMAAT	3.80000	62.50000

5

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 5

	ORG	LUTUM	STOF	PH	
BACT					
ORG	1.00000	-0.20000	0.70000	0.63246	
0.60000	0.0	0.7471	0.1881	0.2522	
0.2848					
LUTUM	-0.20000	1.00000	0.00000	0.47434	-
0.40000	0.7471	0.0	1.0000	0.4195	
0.5046					
STOF	0.70000	0.00000	1.00000	0.31623	
0.90000	0.1881	1.0000	0.0	0.6042	
0.0374					
PH	0.63246	0.47434	0.31623	1.00000	
0.00000	0.2522	0.4195	0.6042	0.0	
1.0000					

6

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 5

	ORG	LUTUM	STOF	PH	
BACT					
BACT	0.60000	-0.40000	0.90000	0.00000	
1.00000	0.2848	0.5046	0.0374	1.0000	0.0
ACT	0.90000	-0.10000	0.60000	0.79057	
0.50000	0.0374	0.8729	0.2848	0.1114	
0.3910					
SCH	0.90000	0.10000	0.90000	0.63246	
0.70000	0.0374	0.8729	0.0374	0.2522	
0.1881					
KK	0.70000	-0.80000	0.30000	0.00000	
0.50000	0.1881	0.1041	0.6238	1.0000	
0.3910					

7

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 5

	ORG	LUTUM	STOF	PH	
BACT					
RADIJS	-0.50000	-0.70000	-0.30000	-0.94868	
0.10000					
	0.3910	0.1881	0.6238	0.0138	
0.8729					
TOMAAT	-0.90000	-0.10000	-0.90000	-0.63246	-
0.70000					
	0.0374	0.8729	0.0374	0.2522	
0.1881					

8

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 5

	ACT	SCH	KK	RADIJS	
TOMAAT					
ORG	0.90000	0.90000	0.70000	-0.50000	-
0.90000					
	0.0374	0.0374	0.1881	0.3910	
0.0374					
LUTUM	-0.10000	0.10000	-0.80000	-0.70000	-
0.10000					
	0.8729	0.8729	0.1041	0.1881	
0.8729					
STOF	0.60000	0.90000	0.30000	-0.30000	-
0.90000					
	0.2848	0.0374	0.6238	0.6238	
0.0374					
PH	0.79057	0.63246	0.00000	-0.94868	-
0.63246					
	0.1114	0.2522	1.0000	0.0138	
0.2522					

9

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 5

	ACT	SCH	KK	RADIJS	
TOMAAT					
BACT	0.50000	0.70000	0.50000	0.10000	-
0.70000					
	0.3910	0.1881	0.3910	0.8729	
0.1881					
ACT	1.00000	0.80000	0.50000	-0.60000	-
0.80000					
	0.0	0.1041	0.3910	0.2848	
0.1041					
SCH	0.80000	1.00000	0.40000	-0.60000	-
1.00000					
	0.1041	0.0	0.5046	0.2848	0.0
KK	0.50000	0.40000	1.00000	0.20000	-
0.40000					
	0.3910	0.5046	0.0	0.7471	
0.5046					

10

CORRELATION ANALYSIS

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 5

	ACT	SCH	KK	RADIJS	
TOMAAT					
RADIJS	-0.60000	-0.60000	0.20000	1.00000	
0.60000					
	0.2848	0.2848	0.7471	0.0	
0.2848					
TOMAAT	-0.80000	-1.00000	-0.40000	0.60000	
1.00000					
	0.1041	0.0	0.5046	0.2848	0.0