

ENKELE ONDERZOEKINGEN BETREFFENDE DE FUSARIUM-ZIEKTE BIJ DE KOMKOMMER

DOOR

IR. Y. VAN KOOT

INHOUD

I. De pathogeniteit van verschillende Fusarium-stammen op komkommers, meloenen en boonen	52
Inleiding	52
Methode van onderzoek	54
De pathogeniteit van de Fusarium-stammen	55
De vatbaarheid van verschillende soorten komkommers, meloenen en boonen voor Fusarium	57
Antagonistische werking tusschen verschillende Fusarium-stammen . .	60
II. Grondontsmetting met behulp van chemische middelen	62
Inleiding	62
Methode van onderzoek	63
Gevoeligheid van Fusarium voor verschillende chemische ontsmettingsmiddelen	65
Invloed van verschillende omstandigheden op de doodende werking van formaline en chloorpicrine op Fusarium in den grond	69
Samenvatting	71
Zusammenfassung	71
Literatuur	72

I. DE PATHOGENITEIT VAN VERSCHILLENDE FUSARIUM-STAMMEN OP KOMKOMMERS, MELOENEN EN BOONEN

INLEIDING

Betreffende de Fusarium-aantasting van Cucurbitaceaën en de meer of mindere pathogeniteit van de *Fusarium*-stammen, die daarbij een rol spelen, is nog weinig met zekerheid bekend. Bij komkommers, evenals bij meloenen, kan men 2 ziektebeelden onderscheiden (RIETBERG, 17 en WOLLENWEBER en REINKING, 22): 1e. Een voetziekte, waarbij de poot, de hoofdwortel en het onderste deel van den stengel bruin kleuren. Er ontstaan vaak scheuren en diepe spleten, terwijl het weefsel tenslotte gaat verrotten. Soms trekt de bruinkleuring ook hooger den stengel op, terwijl de afstervende plant vaak bedekt wordt met een aanvankelijk witte, later rose gekleurde myceliumlaag. De rose kleur treedt op bij de vorming van talloze conidiën. 2e. Een verwelkingsziekte. Ook in het eerste geval gaan de planten tenslotte verwelken, vooral op zonnige dagen. Soms treedt er echter een verwelking op, die niet vooraf wordt gegaan door de onder 1e beschreven symptomen. Wel blijken de hoofdwortels tenslotte ook geheel verrot te zijn. Dit verschijnsel treffen we naar verhouding vaker aan bij meloenen dan bij komkommers (in 't bijzonder bij kaskommers weinig).

Ter verklaring van deze waarnemingen werd wel verband gezocht met de verschillen in luchtvochtigheid tusschen kassen en platglas. In kassen is de luchtvochtigheid steeds hoog; daardoor zou de *Fusarium*schimmel makkelijker uit den stengel naar buiten kunnen groeien en uitwendige symptomen veroorzaken. Het is niet onmogelijk, dat deze invloed inderdaad bestaat. Uit het volgende zal echter blijken, dat daarnaast ook verschillen in het ziektebeeld veroorzaakt kunnen worden door de omstandigheid, dat niet alle *Fusarium*-stammen deze gewassen op dezelfde wijze aantasten.

Wat nu de *Fusarium*-soorten betreft, die op de komkommer kunnen voorkomen, hiervan noemen WOLLENWEBER en REINKING (22) o.a. *F. solani*, *F. orthoceras*, *F. bulbigenum* en *F. oxysporum* var. *aurantiacum*. In 't bijzonder deze laatste zou als verwekker van de voetziekte in aanmerking komen, hoewel nimmer overtuigende inoculatie-proeven verricht zijn (LINDFORS, 11).

Bij watermeloenen is in Amerika wel met zekerheid vastgesteld (WILSON, 21), dat voetrot en verwelking veroorzaakt kunnen worden door *F. bulbigenum* var. *niveum*. Deze *Fusarium* gaat niet over op netmeloenen. Hierop is in Amerika echter een zeer nauw verwante *Fusarium* aangetroffen (LEACH, 9), waarschijnlijk een vorm van *F. bulbigenum* var. *niveum*, die wel in staat is netmeloenen te infecteren, maar geen watermeloenen aan kan tasten. In Duitschland en Rusland is van voetzieke netmeloenen *F. oxysporum* var. *aurantiacum* geïsoleerd, die daar als de verwekker van deze ziekte beschouwd wordt (WOLLENWEBER en REINKING, 22). Tenslotte is in Zuid-Frankrijk op cantaloupen een ernstige aantasting waargenomen, die toegeschreven wordt aan vormen van *F. solani* (DUFRÉNOY, 3).

Er was dus nog slechts weinig bekend betreffende de pathogeniteit van de op komkommer voorkomende *Fusaria*. Door mijn voorganger, Ir. RIETBERG, zijn een zeer groot aantal isolaties gemaakt, meestal afkomstig van zieke komkommerplanten, o.a. in alle gevallen waar grondmonsters onderzocht zijn in verband met de *Fusarium*-ziekte (RIETBERG, 17). Ook van tal van andere gewassen werden door hem *Fusaria* geïsoleerd, o.a. van meloen, augurk, boon, peen, schorseneer, anjer en freesia. Het was nu in de eerste plaats noodig deze isolaties te schiften, hun pathogeniteit te bepalen en de belangrijkste te determineren. Daarna kon dan de vatbaarheid van verschillende komkommer-, meloen- en boonen-soorten voor deze *Fusarium*-stammen bepaald worden. Uit het onderzoek van RIETBERG (17) was reeds gebleken, dat dit de belangrijkste waardplanten voor komkommer-*Fusaria* waren. Een door hem van komkommer geïsoleerde *F. bulbigenum* var. *niveum* bracht ook meloenen- en boonenplanten tot afsterving, terwijl een van boonen geïsoleerde *F. angustum* in hoofdzaak slechts boonen aantastte.

Betreffende eventuele verschillen in vatbaarheid voor *Fusarium*-aantasting van de bij ons geteelde komkommer- en meloensoorten is uit de literatuur weinig of niets bekend. Wel zijn er in Amerika verschillen in vatbaarheid vastgesteld bij netmeloenen (LEACH en CURRENCE, 10) en bij watermeloenen (BENNETT, 1), die waarschijnlijk op een groot aantal erfelijke factoren berusten, zoodat het verkrijgen van resistente rassen door kruisingen niet eenvoudig is. De praktijkervaring is echter, dat op grond, waar gewone groene komkommers niet meer geteeld kunnen worden tengevolge van de *Fusarium*-ziekte, vaak nog wel witte en gele komkommers, sommige soorten meloenen, en boonen verbouwd kunnen worden. Het was daarom van beteekenis de vatbaarheid van deze gewassen voor de verschillende op komkommer pathogene *Fusaria* na te gaan.

METHODE VAN ONDERZOEK

Voor de isolatie en determinatie van de *Fusarium*-stammen werden de volgende voedingsbodems gebruikt: 1e Kersenagar, 2e moutagar, 3e aardappelagar (aangezuurd), 4e gestoomde rijst. Er waren verschillende typen, die op al deze voedingsbodems volkomen hetzelfde uiterlijk en dezelfde spore-vormen vertoonden. Hier van werd dan steeds slechts 1 isolatie aangehouden, ook al bestaat natuurlijk de mogelijkheid, dat er tusschen morphologisch gelijke typen nog verschillen in pathogeniteit bestaan. Ook bij de 45 aangehouden isolaties waren er nog verscheidene, waarvan ondersteld werd, dat ze identiek waren. Daar het onderzoek van zooveel isolaties op pathogeniteit bij normaal opgekweekte planten in potten te veel tijd en ruimte gevraagd zou hebben, is gezocht naar een andere methode om de meer en minder pathogene *Fusaria* te schiften. Daartoe werd de vatbaarheid van komkommerkiemplantjes voor de verschillende *Fusarium*-stammen bepaald. Deze werden opgekweekt in cultuurbuizen (± 20 cm hoog en $3\frac{1}{4}$ cm wijd). Als voedingsbodem werd Knops-agar gebruikt, d.w.z. een Knops voedingsoplossing, waaraan 2 % agar-agar is toegevoegd. Hierop kiemden de komkommer-zaadjes aanmerkelijk vlotter dan op van der Crone-agar. Het beste voldeed de methode, waarbij in elke buis in een gleufje in de agar 1 ontsmet komkommerzaadje te kiemen wordt gelegd. Er werd steeds zaad gebruikt van spot-vrije komkommers, dat te voren ontsmet is door 3 minuten te schudden met 2 $\frac{0}{100}$ ceresan. Er is ook geprobeerd de plantjes te laten kiemen in tevoren ontsmet Maaszand en deze daarna over te brengen in de cultuur-buizen. Op die wijze werd echter veel meer last ondervonden van verontreinigingen (vooral bacteriën), zoodat deze methode verder niet toegepast is.

Voor het infecteeren van de plantjes werden steeds jonge cultures van de *Fusarium*-isolaties gebruikt. Bij het ouder worden van de cultures hoopen zich nl. stoffen op, die de ontwikkeling van de schimmel remmen. Bij een oriënteerend proefje bleek er inderdaad een belangrijk verschil in agressiviteit te bestaan tusschen jongere en oudere cultures van eenzelfde isolatie. Daarom werden geen cultures ouder dan 3 à 4 weken gebruikt.

Tenslotte is er tevoren nog een proefje genomen om uit te maken, wat de beste methode van inoculatie was. Hiertoe werden de volgende 3 methoden vergeleken:

- 1e. Een stukje gestoomde rijst met *Fusarium* werd zonder meer bij de grens van wortel en stengel gelegd.
- 2e. Het onderste deel van den stengel werd verwond door er voorzichtig met een mesje wat van het buitenste weefsel af te schrappen. Hierop werd de *Fusarium* gebracht.
- 3e. De hoofdwortel werd op een dergelijke wijze verwond en daarop werd de *Fusarium* gebracht.

Deze methoden hadden alle ongeveer hetzelfde resultaat, nl. een geslaagde infectie met overeenkomstige symptomen bij het gebruik van denzelfden *Fusarium*-stam. Elke inoculatie werd in duplo uitgevoerd. Bij gebruik van stam II (evenals de andere stammen toen nog niet nader gedetermineerd) kwam steeds uitsluitend een aantasting van de wortels voor, die meer of minder sterk bruin kleurden. Bij gebruik van stam III bleven de planten practisch gezond. Bij het gebruik van de stammen IV en IVa trad een meer of minder hevige bruinkleurig aan den stengel en den stengelvoet op, bij elk der 3 infectie-methoden. Wel was de aantasting het hevigst bij beide plantjes geïnoculeerd met stam IVa volgens de eerste methode (mycelium uit de stengeltjes groeiend), bij één der plantjes ge

inoculeerd met stam IV volgens de eerste methode, en bij één der beide plantjes geïnoculeerd met stam IVa volgens de tweede methode. De invloed van de wijze van infectie was dus veel geringer dan de invloed van den *Fusarium*-stam. Daar sommige stammen bij voorkeur den wortel bleken te infecteeren en andere stammen den stengel, werd besloten om bij het navolgende onderzoek de *Fusarium* steeds zonder voorafgaande verwonding op de grens van wortel en stengel aan te brengen.

DE PATHOGENITEIT VAN DE FUSARIUM-STAMMEN

Voor het vergelijken van de pathogeniteit werden alle 45 *Fusarium*-isolaties op de boven beschreven wijze beproefd op telkens 5 komkommerkiemplantjes. Dit onderzoek had plaats van Maart tot Juli 1940. De buizen werden in een kas geplaatst, die in het voorjaar verwarmd was. De controle van het ziektebeeld had twee maal plaats met tussenpoozen van ongeveer 10 dagen na de inoculatie. Er was ook steeds een controle-serie van 5 planten aanwezig. Ook deze kunnen soms een bruinkleuring op de wortels vertoonen. Op het oogenblik van inoculatie waren de plantjes, die ook zonder schimmel een bruinkleuring aan de wortels gaan vertoonen, voor een deel reeds te onderkennen. Deze werden dan van de proef uitgesloten. Niettemin trad toch nog vaak bij 1 of 2 controle-planten een bruinkleuring aan de wortels op.

Op grond van dit onderzoek konden de verschillende *Fusarium*-isolaties verdeeld worden in 3 groepen, elk met een ander aantastingsbeeld op komkommerkiemplantjes:

- 1e. Een meer of minder sterke bruinkleuring van de wortels, soms gepaard gaande met slechts een geringe bruinkleuring aan den stengelvoet.
- 2e. Een bruinkleuring van den stengelvoet, welke zich echter niet in belangrijke mate langs den stengel omhoog uitbreidt. Soms komt dan tevens bruinkleuring aan de wortels voor.
- 3e. Een duidelijke bruinkleuring van den stengelvoet, welke zich langs den stengel omhoog uitbreidt, en de plantjes vaak snel tot afsterving brengt. Ook in dit geval komt vaak bruinkleuring aan de wortels voor.

Verschillende isolaties, waarvan op grond van hun morphologische eigenschappen verondersteld werd, dat zij wellicht identiek zouden zijn, bleken ook een groote overeenkomst in aantastingsbeeld te zien te geven.

Het was echter niet goed mogelijk een scherpe grens te trekken tusschen voor komkommers wel en niet-pathogene *Fusaria*. Van de 45 isolaties veroorzaakten er 24 slechts een wortelaantasting, die meestal van weinig beteekenis was. Met de meeste van deze isolaties werd dan ook niet verder gewerkt. De keuze van de isolaties, die aangehouden werden, moest echter eenigszins subjectief zijn. Ook is het natuurlijk niet onmogelijk, dat *Fusarium*-stammen, die op kiemplantjes van spot-vrije komkommers weinig schade veroorzaken, oudere planten of andere komkommer-soorten wel ernstig aan kunnen tasten. Het is dan ook niet geheel uitgesloten, dat we *Fusarium*-stammen uitgeschakeld hebben van verder onderzoek, welke toch van beteekenis kunnen zijn voor de komkommer- en meloenenteelt.

Aangehouden werd in de eerste plaats een *Fusarium*-stam, die enkel een wortelaantasting veroorzaakte, zij het soms in vrij ernstige mate. Waarschijnlijk waren hiervan een 6-tal isolaties aanwezig. Deze schimmel werd evenals de andere aangehouden *Fusarium*-stammen ter determinatie opgezonden naar het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn, waar men zoo welwillend was deze

voor ons te determineren. Het bleek *Fusarium solani* var. *Martii* te zijn. Chlamydosporen terminaal en intercalaar. Sporen met 5 septen $49,0 \times 5,86 \mu$, volgens WOLLENWEBER $48 \times 5,7 \mu$ ¹⁾ (zie afb. 1). De symptomen door deze *Fusarium* veroorzaakt op komkommerkiemplantjes ziet men op afb. 3, rechts. Deze *Fusarium* behoort tot de *Martiella*-groep, welke schimmels niet in de vaatbundels groeien. Zij klimt dan ook niet door den stengel naar boven.

Alle overige aangehouden *Fusaria* bleken tot de *Elegans*-groep te behoren; dit is de groep van vaatziekten verwekkende *Fusaria*. En deze klimmen ook allen meer of minder ver in den stengel naar boven bij de jonge komkommerplantjes in cultuurbuizen.

Van de 21 isolaties, die een aantasting van den stengel veroorzaakten, bleef bij 14 de aantasting in hoofdzaak beperkt tot den stengelvoet. Bij enkele isolaties was deze aantasting zoo zwak, dat zij van verder onderzoek werden uitgeschakeld. Aangehouden werden twee *Fusarium*-stammen, waarvan tesamen een 6-tal isolaties aanwezig waren, en die beide in Baarn gedetermineerd werden als *Fusarium orthoceras*, var. *longius*. Chlamydosporen talrijk, terminaal en intercalaar. Conidiën meest met 3 septen $41,2 \times 3,65 \mu$. Beide stammen verschilden eenigszins in virulentie, maar vertoonden overigens inderdaad veel overeenkomst in aantastingsbeeld op komkommerkiemplantjes (zie afb. 4, links). Van de *Fusarium*-isolaties, die den stengel van de jonge komkommerplantjes ook hoger op aantastten, werden er 4 ter determinatie naar Baarn opgezonden. Deze bleken 2 aan 2 identiek te zijn, zooals trouwens reeds vermoed werd. Eén dezer *Fusaria* was *Fusarium orthoceras*, waarvan een 4-tal isolaties voorkwamen. Chlamydosporen terminaal en intercalaar. Conidiën met 3 septen $35,5 \times 3,8 \mu$. Conidiën met 5 septen, zelden $46,7 \times 3,3 \mu$ en $48 \times 4 \mu$. De symptomen op komkommerkiemplantjes ziet men op afb. 3 links. De andere *Fusarium* was *Fusarium angustum*, die eveneens een 4-tal malen voorkwam onder de beproefde isolaties. Chlamydosporen terminaal en intercalaar. Conidiën met 3 septen gem. $42 \times 4,2 \mu$, volgens WOLLENWEBER $39 \times 4 \mu$. Conidiën met 5 septen $58 \times 4,4 \mu$, volgens SHERBAKOFF $58 \times 4,3 \mu$. Conidiën met 4 septen $59,6 \times 4,3 \mu$. Conidiën met 6 septen, zelden $85 \times 4,7 \mu$ (zie afb. 2). Deze *Fusarium* veroorzaakt een nog heviger aantasting dan *Fusarium orthoceras*. Juist omdat deze *Fusarium*-stammen zoo'n hevige aantasting veroorzaakten, werden hiervan meerdere isolaties naar Baarn ter determinatie opgestuurd, waardoor de zekerheid verkregen werd, dat die isolaties, welke wij voor identiek hielden, dit ook inderdaad waren.

Merkwaardig is, dat de door RIETBERG zoo belangrijk geachte, en in Amerika veel voorkomende *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* niet voorkwam onder de isolaties, die de jonge komkommerplantjes het sterkste aantastten. Deze *Fusarium*, alsmede *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum*, die in meerdere Europeesche landen van komkommerplanten met voetziekte en verwelkingsziekte geïsoleerd werd, werden ons bereidwillig door het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn verschaft, zoodat ook deze *Fusarium*-stammen in het verdere onderzoek betrokken konden worden. Hun pathogeniteit werd eveneens bepaald op komkommerkiemplantjes in cultuurbuizen. *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* veroorzaakte een meest zwakke aantasting van den stengelvoet (zie afb. 4 rechts), terwijl *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum* den geheelen stengel aantastte, ongeveer op dezelfde wijze als *Fusarium orthoceras*.

¹⁾ De beschrijving van deze *Fusaria* is afkomstig van het Centraal Bureau voor Schimmelcultures.

DE VATBAARHEID VAN VERSCHILLENDE SOORTEN KOMKOMMERS, MELOENEN EN
BOONEN VOOR FUSARIUM

Het doel van dit onderzoek was na te gaan, in hoeverre de verschillende voor groene komkommers pathogene *Fusarium*-stammen, de meest bekende soorten komkommers, meloenen en boonen aantasten. Er zijn dus alleen plantensoorten gebruikt, die veel gekweekt worden, en waarvan bekend is, dat zij door *Fusaria* aangetast kunnen worden:

1. Leidsche gele komkommer.
2. Halflange witte Westlandsche komkommer.
3. Zuivere Spiers (flesch-model, groen).
4. Improved Telegraph (stomp model, groen).
5. Witte suikermeloen.
6. Enkele netmeloen.
7. Oranje ananasmeloen.
8. Vroege Veensche kassnijboon.
9. Erecta smalscheedige pronkboon.
10. Stamprinsesseboon, dubbele zonder draad.

Alle hiervoor behandelde *Fusarium*-soorten werden in dit onderzoek betrokken en afzonderlijk op bovengenoemde gewassen geïnoculeerd:

- a. *Fusarium solani* var. *Martii*.
- b. *Fusarium orthoceras* var. *longius*.
- c. *Fusarium orthoceras*.
- d. *Fusarium angustum*.
- e. *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*.
- f. *Fusarium oxysporium* var. *aurantiacum*.

Er werden twee verschillende methoden gevolgd bij dit onderzoek: 1e. De methode met kiemplantjes in cultuurbuizen, zooals deze bij het onderzoek naar de pathogeniteit der *Fusarium*-isolaties toegepast is. 2e. Dezelfde inoculaties werden ook verricht bij jonge planten in potten in een proefkas. Daartoe werden de verschillende *Fusarium*-soorten, gegroeid op gestoomde rijst, door den grond van telkens 4 potten gemengd, waarin dan onmiddellijk de planten van het te beproeven gewas werden gepoot.

Voor de beoordeeling van de resultaten der kiemplant-methode, werden de plantjes in 4 categorieën verdeeld:

- I. gezond.
- II. met bruinkleuring op de wortels.
- III. met bruinkleuring van den stengelvoet.
- IV. met bruinkleuring van den geheelen stengel.

Bij een bepaalde serie vallen echter niet alle plantjes steeds in dezelfde categorie. Om een duidelijker overzicht te krijgen is daarom een cijfer berekend voor de gemiddelde aantasting in elke serie op de volgende basis: plant uit categorie I cijfer 0, cat. II cijfer $3\frac{1}{3}$, cat. III cijfer $6\frac{2}{3}$, cat. IV cijfer 10 (zie tabel 1, blz. 58).

Ook bij de niet geïnoculeerde kiemplantjes komen er vaak met een min of meer bruinen wortel voor. Deze zijn er in het begin niet voldoende uitgeselecteerd, wat de oorzaak is van de betrekkelijk hooge cijfers voor de contrôle-groep in de eerste series. Deze proeven zijn niet allen op hetzelfde tijdstip genomen. Dit is echter geen overwegend bezwaar, daar uit andere proeven is gebleken, dat de invloed van het seizoen op de ontwikkeling van het ziektebeeld bij de kiemplant-methode gering is.

TABEL 1.

Soort gewas	Inoculatie- datum	Contrôle	Fus. sol. ^a	Fus. orth. v.l. ^b	Fus. orth. ^c	Fus. ang. ^d	Fus. bulb. v. n. ^{e 1)}	Fus. oxysp. v. aur. ^{f 1)}
1. Leidsche gele komk. . .	13- 9-'40	3	4	6	9	10	2	10
2. Witte Westl. komk. . .	13- 9-'40	1	2	8	8	10	4	9
3. Spiers	20- 9-'40	2	4	7	10	10	2	6
4. Improved Tel.	24-10-'40	0	3	8	8	8	3	7
5. Suikermeloen	24-10-'40	1	2	8	10	10	4	10
6. Netmeloen	24-10-'40	1	3	7	10	10	3	9
7. Ananas	17- 3-'41	0	3	3	9	10	3	6
8. Vroege V. snijboon . . .	15- 4-'41	1	2	10	4	5	3	9
9. Erectra pronkboon . . .	21- 4-'41	0	7	5	5	5	5	10
10. Stamprinsesse boon . .	16- 5-'41	1	2	6	5	6	5	10

¹⁾ Inoculatiëdatum Leidsche gele komk. t/m Ananas 17-3-'41.

²⁾ Inoculatiëdatum 21-6-'41.

Wanneer men bovenstaande cijfers kolomsgewijze bekijkt, krijgt men een indruk van het verschil in vatbaarheid van de beproefde gewassen voor een bepaalden *Fusarium*-stam en van de pathogeniteit en virulentie van dezen stam in het algemeen. We zien dan, dat de aantasting door *Fusarium solani* var. *Martii* zich in het algemeen beperkt tot een bruinkleuring van de wortels. Slechts bij de Erectra smalschedige pronkboon is de aantasting heviger, zoodat ook de stengelvoet bruin gekleurd is. *Fusarium orthoceras* var. *longius* veroorzaakt bij de meeste gewassen een vrij sterke aantasting. Bij de komkommer- en meloensoorten komt zoowel bruinkleuring van den stengelvoet als soms ook van den geheelen stengel voor. Alleen de oranje ananas-meloen wordt veel minder aangetast. De vroege Veensche snijboon wordt zeer sterk aangetast, de andere boonensoorten matig. *Fusarium orthoceras* geeft bij de verschillende komkommers en meloenen een hevige tot zeer hevige aantasting te zien, die zich meestal over den geheelen stengel uitbreidt. De boonensoorten vertoonen slechts een matige aantasting. *Fusarium angustum* veroorzaakt bij komkommers en meloenen een zeer hevige aantasting, die zich over den geheelen stengel uitstrekt, terwijl de verschillende boonensoorten meestal een bruinen stengelvoet vertoonen. *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* veroorzaakt bij alle gewassen slechts een betrekkelijk zwakke aantasting. Deze beperkt zich tot een bruinkleuring van den wortel, al of niet tesamen met een bruinkleuring van den stengelvoet. *Fusarium oxysporum* var. *aurantiacum* veroorzaakt daarentegen bij de meeste gewassen, ook bij de verschillende soorten bonen, de hevigste symptomen. De ananasmeloen werd wat minder aangetast (alleen bruinkleuring van den stengelvoet), evenals merkwaardigerwijze de beide soorten groene komkommers.

Wanneer we de cijfers van tabel 1 rij voor rij bekijken, krijgen we een indruk van de vatbaarheid en gevoeligheid der beproefde gewassen in het algemeen. Deze blijkt niet zoo sterk te verschillen als de pathogeniteit van de diverse *Fusarium*-stammen. In het bijzonder valt het geringe verschil in vatbaarheid op tusschen de groene, gele en witte komkommers. Ook de meloenen zijn vrijwel even vatbaar; alleen de oranje ananasmeloen is t.o.v. sommige *Fusaria* (*Fus. orthoceras* var. *longius* en *Fus. oxysporum* var. *aurantiacum*) minder gevoelig. De verschillende boonensoorten zijn over het algemeen ook minder gevoelig, hoewel deze zich t.o.v. bepaalde *Fusarium*-stammen soms afwijkend gedragen: Zoo blijkt de

Erectra smalscheedige pronkboon gevoelig voor *Fusarium solani* var. *Martii*, terwijl de vroege Veensche snijboon extra gevoelig is voor *Fusarium orthoceras* var. *longius*.

De proeven in potten gaven in groote trekken dezelfde resultaten te zien. De verschillen in pathogeniteit tusschen de *Fusarium*-stammen kwamen echter door verschillende omstandigheden minder goed tot uiting. 1e. Het bleek achteraf, dat er besmetting tusschen de series onderling heeft plaats gehad, zoodat tenslotte zelfs de contrôle-planten afstierven ten gevolge van *Fusarium*-aantasting. 2e. Bestonden de series slechts uit 4 planten, waardoor het resultaat minder betrouwbaar was. 3e. Traden er ook nog diverse andere kwalen op, waardoor een deel der planten tot afsterving gebracht werd (Sclerotina, bacterie-rot, spint).

De verschillen in vatbaarheid en gevoeligheid tusschen de gewassen traden echter bij deze potproeven juist duidelijker naar voren. De Leidsche gele en de witte Westlandsche komkommers stierven, ten gevolge van de *Fusarium*-aantasting pas enkele weken later af dan de groene komkommers (zuivere Spiers en Improved Telegraph). De afsterving van de witte suikermeloen en de enkele net-meloen begon wat later dan bij de groene komkommers, maar zette sneller door. De afsterving van de ananas-meloen verliep ongeveer parallel aan de afsterving van de witte en gele komkommers. De vroege Veensche snijboon stierf wat later af dan de stamprinsesseboon, dubbele zonder draad, terwijl de Erectra smalscheedige pronkboon het minste aangetast werd.

Een zeer merkwaardig verschijnsel bij de potproeven was, dat bij verschillende gewassen (o.a. bij alle komkommers en bij de ananasmeloenen) de planten in de potten met grond, die geïnoculeerd was met *Fusarium solani* var. *Martii*, nog later afstierven dan de contrôle-planten. Het gaf den indruk, dat deze schimmel een beschuttende werking uitoefende tegen infectie met heviger pathogene Fusaria. Wellicht is hier sprake van een antagonistische werking tusschen verschillende *Fusarium*-stammen, waardoor deze zich minder goed kunnen ontwikkelen in een milieu (hetzij grond of plant), dat reeds bezet is door een anderen *Fusarium*-stam.

De omstandigheid, dat de pronkboon bij de potproeven het minste aangetast werd, was zeer opvallend. De ervaring in de practijk is nl., dat pronkboonen in vruchtwisseling met platglas-komkommers en meloenen juist vaak in ernstige mate door *Fusarium* aangetast kunnen worden. Daarom werden in 1941 nog eens verscheidene isolaties gemaakt van door *Fusarium* aangetaste pronkboonen. In de meeste gevallen werd *Fusarium solani* var. *Martii* geïsoleerd. Daar nu juist bij platglaskomkommers en meloenen vaak verwelking en afsterving optreedt, zonder dat zich *Fusarium* op de stengels of de ranken ontwikkelt, ligt de veronderstelling voor de hand, dat in die gevallen *Fusarium solani* var. *Martii* op den voorgrond treedt. Inderdaad werd deze meermalen van op dergelijke wijze afgestorven komkommers en meloenen geïsoleerd. Ook deze *Fusarium*, die geen vaatparasiet is en enkel de wortels aantast, kan de planten dus tot afsterving brengen, doordat het wortelstelsel geheel verrot. Wel kan de afsterving in dit geval vertraagd worden door de vorming van nieuwe wortels, die tijdelijk gezond blijven.

Conclusies:

1. De witte en gele komkommers kunnen even hevig door de meest voorkomende *Fusarium*-stammen aangetast worden als de groene komkommers. Het duurt bij deze komkommers echter eenige weken langer eer zij afsterven.

2. De ananasmeloen is wat minder gevoelig dan de andere meloensoorten, in het bijzonder t.o.v. enkele bepaalde *Fusarium*-stammen.

3. De vaak sterke aantasting van de pronkboon wordt meest veroorzaakt door *Fusarium solani* var. *Martii*, die ook op platglas-komkommers en meloenen veel aangetroffen wordt.

4. De hevige symptomen op de stengels van komkommers (in 't bijzonder kas-komkommers) worden vooral veroorzaakt door *Fusarium orthoceras* en *Fusarium angustum*.

5. De pathogeniteit van in het buitenland van komkommer of meloen geïsoleerde *Fusarium*-stammen (tot de groep der vaat-parasieten behorend) t.o.v. de door ons gekweekte gewassen, wijkt sterker af van de bij ons inheemse *Fusarium*-stammen, naarmate deze Fusaria uit verder afgelegen streken afkomstig zijn (b.v. *Fusarium bulbigenum* var. *niveum* uit Amerika). Het is daarom wel zeer twijfelachtig of in Amerika resistente komkommer-rassen, hier ook resistent zullen zijn.

6. In sommige gevallen schijnt een minder pathogene *Fusarium* een beschermende werking uit te kunnen oefenen tegen aantasting door heviger pathogene Fusaria.

ANTAGONISTISCHE WERKING TUSSCHEN VERSCHILLENDE FUSARIUM-STAMMEN

Het is heel goed mogelijk, dat hier niet zoo zeer sprake is van een zuiver antagonisme dan wel van een voedsel-concurrentie. Dit is niet verder onderzocht. Het is echter een bekend feit (RIETBERG 17), dat na ontsmetting van den grond, (vooral wanneer dit geschiedt door te stoomen), een hernieuwde infectie met *Fusarium* zich veel sneller uitbreidt dan in niet ontsmetten grond. Dit wordt toegeschreven aan het vrijkomen van groote hoeveelheden ammoniak in den grond tengevolge van de ontsmetting. Ammoniak is nl. een uitstekende voedingsbron voor *Fusarium*, terwijl het de planten gevoeliger maakt voor schimmelaantasting (VAN DER VEEN, 19). Het doel van dit onderzoek was nu na te gaan, of door het brengen van een onschadelijke *Fusarium* in pas ontsmetten grond, de besmetting met pathogene Fusaria kan worden tegengegaan.

Daartoe werden van het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn enkele *Fusarium*-stammen ontvangen, die nauw verwant waren aan de voor komkommer pathogene Fusaria. Deze werden eerst beproefd op hun pathogeniteit, t.o.v. komkommer-kiemplantjes in cultuurbuizen. Daarbij bleken o.a. *Fusarium redolens* (reeds door RIETBERG genoemd, 17) en *Fusarium conglutinans* eenigszins pathogeen te zijn, ongeveer zooals *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*. *Fusarium solani* daarentegen tastte de kiemplantjes in het geheel niet aan.

Met deze laatste schimmel werd daarom op 9 Mei 1941 een potproef aangezet om na te gaan, of deze *Fusarium* een beschuttende werking kan uitoefenen tegen aantasting door pathogene Fusaria. Er werden daartoe 10 nul-potten gevuld met een $\pm$ 10 cm dikke laag kweekgrond, die besmet was met een mengsel van voor komkommer pathogene Fusaria. Nadat we deze Fusaria zich eenigen tijd verder hebben laten ontwikkelen in den ondergrond, werden op 14 Mei 5 potten aangevuld met grond, die gedurende 2 uur in een autoclaaf gestoomd was (bereikte temperatuur 85-95 °C). De andere 5 potten werden aangevuld met denzelfden gestoomden grond, welke tevoren geënt was met *Fusarium solani*. Hiervoor werden 5 reageerbuizen met gestoomde rijst, volgegroeid met *Fusarium*, op 10 kg gestoomden grond gebruikt. Op 15 Mei werden de jonge komkommerplanten (Spiers) in de potten geplant.

Na 2 maanden is één der planten uit de groep, geënt met *Fusarium solani*, afge-

storven tengevolge van *Sclerotinia*-aantasting. Een tweede plant uit deze groep is eind Augustus afgestorven, de rest eind September. Deze afsterving ging gepaard met meer of minder duidelijke verschijnselen van *Fusarium*-aantasting. Dit was ook het geval bij de planten, gekweekt in grond, die niet geënt was met *Fusarium solani*. Hiervan stierven 2 planten reeds begin Augustus af en 2 planten eind Augustus, terwijl de laatste plant pas begin October afstierf. Over het algemeen zijn de planten in den grond geënt met *Fusarium solani*, dus ongeveer 1 maand langer in leven gebleven, als men de door *Sclerotinia* aangetaste plant uitschakelt. Alle planten hebben bovendien geleden onder een hevige spint-aantasting.

De opbrengst aan komkommers was als volgt:

	A	B	C	A+B+C	Stek
Zonder <i>Fus. solani</i> :					
aantal	6	1	3	10	10
gewicht in kg	3,60	0,46	1,05	5,11	2,82
Met <i>Fus. solani</i> :					
aantal	22	1	1	24	1
gewicht in kg	11,-	0,46	0,38	11,84	0,29

Zonder *Fusarium solani* dus een totaal gewicht van 7,93 kg of 1,59 kg per plant. Met *Fusarium solani* werden naar verhouding veel meer A-komkommers verkregen, nl. ongeveer 5 per plant tegenover 1 per plant zonder *Fusarium solani*. Het totaal gewicht aan komkommers bij enting van den grond met *Fusarium solani* bedroeg 12,13 kg, of 3,03 kg per plant, waarbij het aantal planten op 4 is gesteld, omdat 1 plant reeds door *Sclerotinia*-aantasting afgestorven was, eer deze de eerste komkommers geleverd had. Hoewel er dus een groot verschil ten gunste van de enting met *Fusarium solani* te zien is, is het aantal planten voor een betrouwbare conclusie wel wat te gering.

Er zijn echter ook bij andere proeven aanwijzingen verkregen, dat enting van pas ontsmetten grond met *Fusarium solani* een gunstigen invloed uit kan oefenen op het langer gezond blijven van het komkommer- of meloenengewas. Uit onderzoekingen van ZILLING (23), REINKING (14) en REINKING en MANNS (15) is trouwens reeds gebleken, dat in den grond steeds een populatie van een groot aantal verschillende *Fusarium*-stammen voorkomt. Door herhaalde teelt van eenzelfde gewas kunnen bepaalde *Fusarium*-soorten zich ten koste van de overige sterk vermeerderen. Zoo vermeldt ZILLING (23), dat na langdurige cultuur (hetzij bouwland of grasland) de Fusaria van de gevaarlijke *Elegans*-groep het grootste deel van de *Fusarium*-populatie in den grond gaan vormen (tot 83 % toe), terwijl na een braakperiode deze Fusaria weinig meer voorkomen, zonder dat dit van invloed is op het totaal schimmelgetal. Men kan zich dus heel goed voorstellen, dat na enting van een pas ontsmetten grond met een onschadelijke *Fusarium*, pathogene Fusaria zich hierin bij een eventueel voorkomende besmetting minder snel uit zullen breiden.

Er is ook nog een proef genomen met enting van den grond met *Fusarium solani* bij een meloenenrij van 88 ramen. Hiervan waren 80 ramen gestoomd met een laagdruk-stoomapparaat, waarvan de capaciteit te klein was voor het gebruikte stoomrek. Dientengevolge werd niet overal een voldoende hoge temperatuur verkregen om de *Fusarium* te doden. Het resultaat was dan ook niet best. Bij 40 van de 80 ramen werd de gestoomde grond geënt met *Fusarium solani*, en wel bij 20 ramen $\pm$ 2 weken na de ontsmetting, terwijl de overige 20 ramen pas geënt

werden na het klaarmaken van de rijen (na ± 2 maanden). Alle planten zijn vroegtijdig afgestorven tengevolge van *Fusarium*-aantasting. Toch waren er verschillen tusschen de groepen, hetgeen duidelijk blijkt uit de opbrengsten:

Groep	Opbrengst per raam	
	Aantal	kg
niet gestoomd	1,4	1,3
gestoomd, niet geënt.	2,1	2,5
gestoomd, na ± 2 maanden geënt	2,3	2,6
gestoomd, na ± 2 weken geënt	2,8	3,2

Hieruit ziet men, dat het stoomen nog wel eenig effect gehad heeft. Enting met *Fusarium solani* had echter alleen een duidelijk gunstig resultaat, wanneer dit spoedig na de ontsmetting gebeurde. Wellicht was het resultaat nog beter geweest, wanneer de grond onmiddellijk na de ontsmetting geënt was. Ook deze cijfers zijn echter in verband met andere verschillende omstandigheden in de proef niet volkomen betrouwbaar.

II. GRONDONTSMETTING MET BEHULP VAN CHEMISCHE MIDDELEN

INLEIDING

De groote moeilijkheid bij de bestrijding van de *Fusarium*-ziekte is, dat de schimmel-zoo gemakkelijk jarenlang in den grond kan overblijven, en zich daarin zelfs op organische afvalresten kan voortplanten. Daardoor is de grond wel de belangrijkste bron van besmetting. Het vinden van een goede methode van grondontsmetting is dus het belangrijkste probleem bij de bestrijding van de *Fusarium*-ziekte. Een dergelijke methode bezitten wij reeds in het stoomen van den grond. Lang niet alle tuinders hebben echter de gelegenheid hun grond te laten stoomen, of zelf te stoomen. Ook is deze methode vrij kostbaar, indien ze geregeld herhaald moet worden. Men is dan ook reeds jaren zoekende naar een geschikt chemisch middel ter ontsmetting van den grond tegen *Fusarium* (RIETBERG, 17).

Ook in andere streken van ons land en in het buitenland ondervindt men schade van *Fusarium*-ziekten bij velerlei gewassen. Ook in die gevallen blijft de *Fusarium* in den grond over, in verband waarmee reeds meerdere grondontsmettingsproeven genomen zijn. Het meeste succes heeft men daarbij gehad met formaline, dat vooral tegen *Fusarium*-aantasting van verschillende soorten bloemen (b.v. anjer en aster) en bloembollen gebruikt is (Jaarverslag Vleutens proeftuin, 20, WOLLENWEBER en REINKING, 22, REITER, 16, GAUDINEAU, 7, DODGE, 2). De aldaar opgegeven hoeveelheden wisselen tusschen 1 en 18 liter onverdunde formaline (40 %) per rr^2 .

Ook worden in de literatuur vaak kwikmiddelen genoemd. Deze zijn o.a. gebruikt bij anjers, asters, asperges en tomaten (WOLLENWEBER en REINKING, 22, TEMPEL, 18, MADLE, 12, MANNS, DAVIES, HEUBERGER en ADAMS 13). Het meest wordt Uspulun aanbevolen, maar ook een enkele maal sublimaat, Sernesan of Ceresan. De gebruikte hoeveelheden variëren van 15–250 gram per rr^2 . Soms wordt de hoeveelheid per plant aangegeven, in welk geval slechts een plaatselijke ontsmetting rond de pooten van de planten plaats heeft. Ook dan blijven de gebruikte hoeveelheden binnen bovengenoemde grenzen. De gebruikte concentraties wisselen tusschen 0,25 en 0,5 %.

Ook zijn wel eens gebruikt azijnzuur (bij tomaat, WOLLENWEBER en REINKING, 22) en chloorpicrine (GODFREY, 8, EZERSKAYA, 4). Voorts een mengsel van ongebluschte kalk en ijzersulfaat (bij anjers en asters). Dit wordt ook gebruikt in een 1 %-oplossing om er bij het verplanten het wortelstelsel in onder te dompelen (WOLLENWEBER en REINKING, 22, FERRARIS, 5). Chinisol wordt vermeld als een middel, waarmee anjers besproeid kunnen worden tegen *Fusarium* in een concentratie van 1 : 20.000 – 1 : 50.000 (FRON, 6). Tenslotte worden nog kopermiddelen (CuSO_4 en koperoxychloride) en malachiet-groen aangeraden zoowel voor grondontsmetting als voor besproeiing van de planten tegen *Fusarium* (WOLLENWEBER en REINKING, 22). Deze middelen zijn beproefd bij anjers, coniferen en grasvelden, waarbij maximaal $2\frac{1}{4}$ kg CuSO_4 en nog geen gram malachietgroen per m^2 gebruikt wordt.

Het is begrijpelijk, dat het onderzoek op den proeftuin begonnen is met de middelen, waarvan uit de literatuur bekend was, dat zij reeds met meer of minder succes tegen de één of andere *Fusarium*-ziekte, die in den grond overblijft, toegepast was. Daarnaast zijn ook vele andere middelen geprobeerd. Het was echter opvallend, dat deze proeven steeds een negatief resultaat opleverden. Zelfs werd eens wat zieke kweekgrond geheel doordrenkt met formaline, echter hoegenaamd zonder resultaat t.o.v. de *Fusarium*. Toch is niet aan te nemen, dat in dit geval de *Fusarium* niet gedood werd. In het eerste deel werd echter reeds betoogd, dat in een ontsmetten grond een hernieuwde infectie zich bijzonder snel kan uitbreiden. Daarom mag men ook nooit volstaan met enkel zijn grond te ontsmetten, maar moet men tevens alle andere maatregelen van hygiëne streng in acht nemen (RIETBERG, 17). Bij deze vergelijkende proeven is een besmettingsbron steeds aanwezig, terwijl bovendien de geheele proeftuin in sterke mate besmet is met *Fusarium*. De ontsmettingsproeven genomen met planten in potten of onder platglas, zijn dan ook niet zeer betrouwbaar en bovendien zeer tijdrovend, wanneer men een groot aantal verschillende ontsmettingsmiddelen wil beproeven. Bovendien is er nog een complicatie mogelijk door het achterblijven van schadelijke toxinen in den ontsmetten grond. Er moest daarom een methode uitgewerkt worden, waarmee ondubbelzinnig vastgesteld kan worden, of met een bepaald middel {de *Fusarium* in den grond gedood kan worden, en hoeveel van dat middel daartoe aan den grond toegevoegd moet worden. Zijn aldus de geschiktste middelen gevonden, dan kunnen deze in de praktijk getoetst worden.

METHODE VAN ONDERZOEK

De proeven werden genomen in erlemeyers met een inhoud van 100 cc. Deze werden gevuld met 45 gram vochtigen grond. Hiervoor werd steeds een fijn gezeefde, zeer humusrijke grond (kweekgrond met veel bladaarde) gebruikt met een watercapaciteit van bijna 100 %. Bij het begin van de proeven werd de grond steeds tot op 50 % van de watercapaciteit met water verzadigd, zoodat de erlemeyers steeds ruim 30 gram luchtdrogen grond bevatten. Op de organische bestanddeelen van dezen grond kan de *Fusarium* zich zeer snel ontwikkelen. De met grond gevulde erlemeyers werden afgesloten met een wattenprop en op 3 achtereenvolgende dagen gesteriliseerd. Daarna werd de grond geënt met een mengsel van voor komkommer pathogene *Fusaria*. Daarvoor werd een bepaalde hoeveelheid sporen-suspensie gebruikt, die verkregen werd door buizen met gestoomde rijst, waarop de verschillende *Fusarium*-stammen gegroeid waren, te schudden met steriel water. Ter contrôle van de steriliteit bleef van elke serie

steeds 1 erlemeyer ongeënt. Een week na het inbrengen van de *Fusarium* in den grond, heeft zich reeds een krachtige *Fusarium*-groei ontwikkeld, zoodat aan de oppervlakte van den grond zelfs een grauwwit schimmeldons te zien is. Er blijken zich dan ook weer nieuwe conidiën en chlamydosporen ontwikkeld te hebben. De erlemeyers werden gedurende dien tijd (en ook daarna) in het daglicht en bij kamertemperatuur bewaard.

Na 1 week schimmel-ontwikkeling werden de ontsmettingsmiddelen in verschillende concentraties aan de erlemeyers met grond toegevoegd. Elk nieuw ontsmettingsmiddel werd geprobeerd in een 3-tal sterk uiteenlopende concentraties in de verhouding 1 : 5 : 25. Deze concentraties werden zoodanig gekozen, dat de hoogste concentratie economisch in het geheel niet meer toe te passen is, eventueel ook niet voor locale ontsmetting. Soms waren er ook andere redenen, waarom de hoogste concentratie niet meer toe te passen is, b.v. vanwege bederf van den grond of beschadiging van de plant. Trad bij één dezer hoeveelheden afsterving op, dan werden tusschenliggende of kleinere hoeveelheden beproefd, b.v. alleen afsterving bij concentratie 25, dan werden daarna de concentraties 10-15 en 20 beproefd. We lieten de ontsmettingsmiddelen steeds gedurende 3 dagen inwerken. Een grooter effect door een langeren inwerkingsduur valt over 't algemeen niet te verwachten, te meer waar slechts met kleine hoeveelheden grond gewerkt werd, waarin het ontsmettingsmiddel zoo gelijkmatig mogelijk gemengd werd. Daarentegen zou bij de beproeving van meer of minder vluchtige middelen bij een langeren inwerkingsduur dan 3 dagen de kans bestaan, dat reeds zooveel van het ontsmettingsmiddel na afloop vervluchtigd is, dat eventueel in leven gebleven *Fusarium*-kiemen zich weer aanmerkelijk vermenigvuldigd hebben.

Een zoo gelijkmatig mogelijke menging van de ontsmettingsmiddelen door den grond, werd verkregen door deze, voor zoover zij oplosbaar waren in water, toe te voegen opgelost in 10 cc water, en dit gelijkmatig over de geheele grondoppervlakte in te laten druppelen. Andere ontsmettingsmiddelen werden als droog poeder toegevoegd en door flink schudden zoo gelijkmatig mogelijk door den grond verdeeld. Tevens werd dan nog 10 cc water toegevoegd. Weer andere middelen werden opgelost in benzine of alcohol toegevoegd. Hiervan werd echter nimmer 10 cc gebruikt in verband met een mogelijke letale werking van deze oplosmiddelen op de *Fusarium*. De alcohol werd echter met 10 cc water verdund, terwijl na de toevoeging van de benzine nog 10 cc water gegeven werd, opdat in alle erlemeyers ongeveer dezelfde vochtigheid zou heerschen. Men moet bij het beoordeelen van deze hoeveelheden water rekening houden met de omstandigheid, dat gedurende de proef zeker meerdere cc water verdampen. Er werd steeds ter controle van de oorspronkelijke *Fusarium*-concentratie aan één erlemeyer geen ontsmettingsmiddel toegevoegd.

Voor het bepalen van de *Fusarium*-concentratie werd elke erlemeyer geledigd in een maatglas van 100 cc en de inhoud met steriel water aangevuld tot 100 cc (na het ontwijken van de lucht). Daarna werden de maatglazen gedurende 5 minuten met de hand geschud. Van het waterig extract werd telkens 1 cc in een 3-tal Petri-schalen gepipetteerd. Daarna werd het extract 10 × verdund met steriel water, en hiervan eveneens telkens 1 cc in een drietal Petri-schalen gepipetteerd. Bij deze schalen werd dan afgekoelde kersen-agar gegoten. Na twee dagen werd het aantal schimmel-kolonies geteld. Na langer wachten zijn deze te zeer door elkaar gegroeid, zoodat geen goede telling meer mogelijk is. De schimmel-kolonies bestonden inderdaad bijna altijd uitsluitend uit *Fusarium*, zoodat uit deze tellingen direct de *Fusarium*-concentratie berekend kon worden.

GEVOELIGHEID VAN FUSARIUM VOOR VERSCHILLENDE CHEMISCHE ONTSMETTINGS-
MIDDELEN

Op de boven beschreven wijze werden tal van chemische ontsmettingsmiddelen onderzocht op hun doodende werking t.o.v. Fusarium in het milieu grond. Een samenvatting van de resultaten vindt men in tabel 2. In de tweede kolom is de kleinste gebruikte hoeveelheid van het ontsmettingsmiddel vermeld, hetwelk, aan een erlemeyer toegevoegd, nog in staat was een deel der Fusarium-kiemen te doden of hun uitgroeiing te belemmeren. In de derde kolom staat de hoeveelheid ontsmettingsmiddel, die aan een erlemeyer toegevoegd moet worden om alle Fusarium-kiemen te doden. In de vierde kolom is deze laatste hoeveelheid omgerekend per rr², onder aanname, dat de grond tot op 30 cm diepte ontsmet moet worden, en dat in dezen grond een even ideale vermenging als in de erlemeyers verkregen wordt. Dit laatste is natuurlijk niet het geval, zoodat in de practijk meestal aanzienlijk grootere hoeveelheden noodig zullen zijn voor een afdoende

TABEL 2.

Naam ontsmettingsmiddel	Schadelijke dosis per erlemeyer	Letale dosis		
		per erlemeyer	per rr ²	per are
formaline 40 %	0,05 cc	0,15 cc	12 l	84 l
germisan	0,05 g	0,1 g	8 kg	56 kg
sublimaat	0,05 g	0,1 g	8 kg	56 kg
ceresan	0,05 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
uspulun	0,1 g	0,25 g	20 kg	140 kg
aretan	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
abavit	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
azijnzuur ± 100 %	0,25 cc	0,25 cc	20 l	140 l
chloorpicrine	0,005 cc	0,01 cc	0,8 l	5,6 l
benzine	2,5 cc	> 2,5 cc	> 200 l	> 1400 l
subcidine	> 0,01 cc	> 0,01 cc	> 0,8 l	> 5,6 l
raschiet	0,125 g	> 0,125 g	> 10 kg	> 70 kg
methallyl-chloride	0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
para-dichloor-benzol	0,125 g	> 0,125 g	> 10 kg	> 70 kg
CaO + ijzersulfaat	4 g	> 10 g	> 800 kg	> 5600 kg
normaal pappoeder	0,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
CuSO ₄	0,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
Cheshunt compound	1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
koper-Wacker	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
CuCO ₃ , Cu(OH) ₂	> 0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
malachiet-groen	> 0,05 g	> 0,05 g	> 4 kg	> 28 kg
watergasteer	1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
olanolie	> 1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
vruchtboomcarbolineum	1 cc	> 1 cc	> 80 l	> 560 l
ruwe cresol	> 0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
cresylzuur	> 0,125 cc	> 0,125 cc	> 10 l	> 70 l
cresolzeep	0,3 cc	0,5 cc	40 l	280 l
lysolid	0,5 g	> 0,5 g	> 40 kg	> 280 kg
50/60 % carbolzuur	0,2 cc	0,5 cc	40 l	280 l
petroleum-emulsie afd. B	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 l	> 280 l
chinosol	0,1 g	> 0,1 g	> 8 kg	> 56 kg
brassicol	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
cystogon	> 1,25 g	> 1,25 g	> 100 kg	> 700 kg
NaCN	0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
cultura-poeder	> 0,5 g	> 0,5 g	> 40 kg	> 280 kg
„plantensap”	> 0,25 g	> 0,25 g	> 20 kg	> 140 kg
etimolos	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 kg	> 280 kg
formactine	> 0,5 cc	> 0,5 cc	> 40 kg	> 280 kg

ontsmetting. In de laatste kolom is deze voor *Fusarium* letale dosis op dezelfde wijze omgerekend per are.

Uit deze tabel blijkt wel, dat de meeste middelen weinig succes beloven. Op het gebruik van enkele middelen zal nu nog wat nader worden ingegaan.

1. *Formaline.*

Hiermede zijn de eerste oriënteerende proeven genomen. Daarbij is o.a. gebleken, dat de ontwikkelingsduur van de *Fusarium* in de erlemeyers zeer weinig invloed heeft op het resultaat. Waarschijnlijk bevinden zich in de toegevoegde suspensie reeds alle verschijningsvormen van de *Fusarium*. Men krijgt echter natuurlijker omstandigheden door de *Fusarium* zich een week in den grond te laten ontwikkelen. Wel is het tijdsverloop tusschen de toevoeging van het ontsmettingsmiddel en de bepaling van de *Fusarium*-concentratie, bij een vluchtig middel als formaline van grooten invloed op het resultaat. Wanneer men b.v. de schadelijke dosis van 0,05 cc per erlemeyer toevoegt en men bepaalt na 1 dag de *Fusarium*-concentratie, dan vindt men, dat nog maar $\pm 1\%$ van de *Fusarium*-kiemen in leven zijn. Wacht men drie dagen, dan vindt men reeds weer $\pm 10\%$ van het oorspronkelijke aantal *Fusarium*-kiemen, en na 1 week weer de volle 100 %. Het is dus opvallend hoe snel de *Fusarium* zich weer vermenigvuldigt in dit milieu, waarin geen andere micro-organismen haar antagonistische werking kunnen uitoefenen. Men moet dan ook niet langer wachten dan drie dagen met de bepaling van de *Fusarium*-concentratie, daar anders de resultaten te veel vervagen.

Er blijkt nog uit tabel 2, dat men de toegevoegde hoeveelheid formaline moet verdrievoudigen om ook het laatste procent *Fusarium*-kiemen tot afsterving te brengen. Iets dergelijks zien we ook vaak bij andere middelen en bij de afstervingstemperaturen. Dit zal dan ook wel niet alleen het gevolg zijn van een minder goede verspreiding van de formaline door den grond, maar ook van de omstandigheid, dat een deel der *Fusarium*-kiemen bijzonder resistent is. Wellicht zijn dit de chlamydosporen. Formaline is één van de beste ontsmettingsmiddelen en zal in sommige gevallen in aanmerking kunnen komen voor een algeheele grondontsmetting tegen *Fusarium*, in 't bijzonder bij kweekgrond. Toch is de benoedigde hoeveelheid vrij groot, en veel hoger dan gewoonlijk in de literatuur wordt opgegeven.

2. *Kwikmiddelen.*

Ook deze middelen zijn meer of minder goed in staat de *Fusarium* in den grond te doden. Daarvoor zijn echter hoeveelheden noodig, die ver uitgaan boven wat in de literatuur genoemd wordt. In verband met hun hoogen prijs kunnen ze dan ook niet in aanmerking komen voor het toepassen van een algeheele grondontsmetting. Daar de meeste kwikmiddelen weinig schade aan het gewas veroorzaken, kunnen zij wél soms toegepast worden tijdens den groei voor een locale grondontsmetting rondom de pooten van de planten. Daarbij zal vaak niet een dooding van de *Fusaria* bereikt worden, maar wel een stopzetting van hun ontwikkeling. Alle kwikmiddelen vertoonen nl. iets eigenaardigs. Onder de schadelijke dosis moet men bij deze middelen niet verstaan de hoeveelheid ontsmettingsmiddel, waardoor een deel der *Fusarium*-kiemen tot afsterving gebracht wordt, maar de hoeveelheid, waarbij groeiremming optreedt. Wanneer men b.v. 0,05 g Germisan toevoegt per erlemeyer, dan treedt met het onverdunde extract op de schalen met kersenagar geen *Fusarium*-groei meer op. Met het 10 $\times$ verdunde extract verkrijgt men echter een groot aantal *Fusarium*-koloniën. De andere kwikmiddelen vertoonen ditzelfde verschijnsel; de grens van de groeiremming

ligt daar echter anders. Voegt men b.v. 0,05 g sublimaat per erlemeyer toe, dan worden met het onverdunde extract nog wel enkele langzaam groeiende *Fusarium*-koloniën verkregen. Zoo kan men de kwikmiddelen naar hun werkzaamheid als volgt rangschikken: Germisan > sublimaat > Ceresan > Uspulun > Aretan > Abavit. Germisan is dus het sterkst werkzaam. Dit middel heeft ook nog enkele andere voordeelen. De kwikmiddelen oefenen nl. in 't algemeen een meer of minder remmenden invloed uit op de ontwikkeling van komkommers en meloenen (vooral sublimaat). Bij Germisan is deze remmende invloed evenals bij Uspulun van weinig beteekenis. Bovendien bevat Germisan veel minder kwik dan b.v. sublimaat, waardoor de kans op een mogelijke vergiftiging geringer is. Bij toepassing van deze middelen zal het kwik echter na verloop van eenigen tijd uitspoelen, waarna de *Fusarium* haar activiteit kan hervatten. Toch werden bij veldproeven soms gunstige resultaten verkregen, met het enkele malen herhaald toepassen (b.v. om de drie weken) van een Germisan-behandeling. Het middel helpt echter lang niet afdoende.

3. Azijnzuur.

Deze stof, die ook reeds in de literatuur genoemd werd, blijkt inderdaad in staat te zijn de *Fusarium* in den grond te doodden. De goede werking berust waarschijnlijk op een sterke verhooging van den zuurgraad. Dit behoeft op zich zelf geen bezwaar te zijn tegen de toepassing, daar de azijnzuur door bacteriewerking toch wel spoedig ontleden zal. Het grootste bezwaar is echter, dat juist bij het bereiken van de letale dosis, de structuur van den grond door de azijnzuur volkomen bedorven wordt. De grond in de erlemeyers zakt dan geheel in elkaar, zoozeer zelfs, dat de grond zich bedekt met een laagje water. De mooie kruimel-structuur heeft dan blijkbaar plaats gemaakt voor een korrelstructuur, waarmee een aanmerkelijke vermindering van de watercapaciteit gepaard gaat. Dit middel kan dan ook niet in aanmerking komen voor grondontsmetting tegen *Fusarium*; de benoodigde hoeveelheid zou bovendien nog vrij groot zijn.

4. Chloorpicrine.

Dit middel, dat eveneens reeds in de literatuur vermeld werd, blijkt een zeer sterk doodende werking op *Fusarium* uit te oefenen. Zoowel dierlijke als plantaardige parasieten worden er door gedood. Dit middel zal in de eerste plaats in aanmerking moeten komen bij het toepassen van een algeheele grondontsmetting. Er werd reeds door RIETBERG (17) een proef mee genomen, waarbij de planten op den behandelde grond geen uitwendige *Fusarium*-aantasting vertoonden, en later afstierven, hoewel toch nog te vroegtijdig. Het resultaat was toen dus niet geheel duidelijk, maar wel hoopgevend. Latere veldproeven hebben reeds zeer behoorlijke resultaten te zien gegeven. Er zijn echter twee bezwaren verbonden aan de toepassing. 1e. Moet het middel opgelost worden in de twintigvoudige hoeveelheid benzine, en deze zal voorloopig nog wel niet te verkrijgen zijn. Voor alle zekerheid is nog onderzocht of enkel benzine de *Fusarium* kan doodden, maar dit bleek niet het geval te zijn. 2e. Bovendien is chloorpicrine een voor den mensch zeer gevaarlijk oorlogsgas, waarmede nimmer door den tuinder zelf gewerkt zal kunnen worden. Deze ontsmetting zal dan ook evenals de zwavelkoolstof-behandeling van den grond uitsluitend uitgevoerd moeten worden door daartoe aangevozen personen, die over een speciale uitrusting en apparatuur beschikken.

Subcidine is een chloorpicrine-houdend preparaat, dat minder gevaarlijk zou zijn in het gebruik, maar dat ook veel minder werkzaam is. Dit blijkt onvoldoende uit

tabel 2, daar deze middelen hier beproefd zijn onder voor hen zeer ongunstige omstandigheden, zooals in de volgende paragraaf zal blijken. Subcidine bleek toen ook onder gunstiger omstandigheden slechte resultaten te geven. Andere organische chloor-verbindingen hadden weinig uitwerking op de Fusarium in den grond.

5. *Ongebluschte kalk met ijzersulfaat.*

Ook dit mengsel wordt in de literatuur genoemd als grondontsmettingsmiddel tegen Fusarium evenals de zgn. complete fertilize-ferfor. Zelfs met zeer groote hoeveelheden van dit middel, dat heel goedkoop zou zijn, is echter geen gunstig resultaat bereikt.

6. *Kopermiddelen en malachiet-groen.*

Kopermiddelen worden in de literatuur meermalen aangeraden tegen Fusarium, zoowel kopersulfaat als koper-oxychloride, soms tesamen met een zeer geringe hoeveelheid malachiet-groen. Enkele zeer verschillende kopermiddelen werden geprobeerd en bovendien malachiet-groen. Ook bij gebruik van veel grootere hoeveelheden dan in de literatuur opgegeven zijn, wordt de Fusarium in den grond echter niet geheel gedood. Toch oefenen grootere hoeveelheden CuSO_4 en normaal pappoeder ($\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$) wel een schadelijke werking uit op de Fusarium. Het is bij kaskomkommers meermalen gelukt om door het geregeld insmeren van de pooten met 10 % normaal pappoeder (b.v. om de andere week) een Fusarium-aantasting in toom te houden. De vorming van een sporenlaag buiten op den stengel en de verspreiding hiervan wordt gedeeltelijk voorkomen; wellicht werkt het koper ook eenigszins remmend op de aantasting van den stengelvoet. Een grondontsmetting wordt echter niet verkregen, zoodat het resultaat weinig afdoende is.

7. *Teerproducten.*

In de eerste plaats werden ruwe carbolineum-preparaten en vruchtboomcarbolineum geprobeerd. Ook zeer groote hoeveelheden hiervan hadden geen bevredigend resultaat. Daar carbolineum nog wel eens gebruikt wordt voor het ontsmetten van houtwerk van ramen en bakken, werd ook nagegaan in hoeverre Fusarium groeien kan in carbolineum-bevattende voedingsbodems, om zodoende een idee te krijgen betreffende de mogelijkheid van Fusarium-ontwikkeling op ontsmet houtwerk (bij behandeling met formaline heeft men aan het doden van de Fusarium niet te twifelen). Het is daarbij gebleken, dat de Fusarium nog uitgroeit op een voedingsbodem, die 2 % ruwe carbolineum bevat; daarentegen komt op een voedingsbodem met 0.4 % v.b.c. geen Fusarium-groei meer voor. De door ons beproefde ruwe carbolineum-preparaten hebben dus weinig invloed op de Fusarium-ontwikkeling, zoodat een behandeling van het houtwerk daarmee weinig waarborgen geeft voor het doden van de Fusarium.

Wat de werkzame bestanddeelen in de carbolineum zijn, is nog altijd niet precies bekend. Vaak wordt aangenomen, dat dit de daarin aanwezige cresolen zijn. Daarom zijn ook met verschillende cresol-preparaten proeven genomen. Sommige vormen goede emulsies met water, andere moesten bij onze proeven in alcohol opgelost worden, voor het verkrijgen van een gelijkmatige menging. De meeste van deze middelen oefenden een sterkere doodende werking op de Fusarium in den grond uit dan carbolineum, hoewel ook van de beste middelen nog altijd zeer aanzienlijke hoeveelheden noodig zijn voor het volkomen doden van alle Fusarium.

8. *Chinosol en Brassicol.*

Het eerste middel wordt in de literatuur vermeld, terwijl we met het tweede middel bij potproeven wel eens eenig gunstig resultaat meenden te zien. Van het eerste middel zijn echter te groote hoeveelheden noodig, terwijl het tweede in 't geheel geen effect heeft. Ook talrijke andere middelen bleken niet te voldoen.

INVLOED VAN VERSCHILLENDE OMSTANDIGHEDEN OP DE DOODENDE WERKING VAN FORMALINE EN CHLOORPICRINE OP FUSARIUM IN DEN GROND

Uit het voorgaande is gebleken, dat slechts 2 middelen in aanmerking komen om gebruikt te worden voor een algeheele grondontsmetting tegen *Fusarium*, nl. in de eerste plaats chloorpicrine, en verder formaline voor het ontsmetten van kleine hoeveelheden grond (b.v. kweekgrond), hetgeen dan door den tuinder zelf uitgevoerd kan worden. Van deze beide middelen is daarom nagegaan, onder welke omstandigheden het gunstigste resultaat bereikt wordt.

In de eerste plaats is de invloed van de *vochtigheid* van den grond onderzocht. Daartoe werden verschillende hoeveelheden water aan de erlemeyers toegevoegd, waardoor de watercapaciteit van den grond voor resp. 40–45, 55–60, 70–75 en 85–90 % met water verzadigd werd. Men zou deze gronden resp. matig droog, matig vochtig, vochtig en zeer vochtig kunnen noemen. Bij deze verschillende vochtigheidstoestanden werd nagegaan, wat de schadelijke en de letale dosis van deze middelen was.

Naam ontsmettingsmiddel	Waterverzadiging van den grond	Schadelijke dosis per erl. in cc	Letale dosis		
			per erl. in cc	per rr ^a in liter	per are in liter
formaline 40%	55–60%	0,1	> 0,15	> 12	> 84
„ 40%	70–75%	0,05	0,15	12	84
„ 40%	85–90%	0,05	0,10	8	56
chloorpicrine	40–45%	< 0,003	0,003	0,24	1,68
„	55–60%	0,0004	0,005	0,4	2,8
„	70–75%	0,005	0,01	0,8	5,6

Deze cijfers vertoonen wel eens kleine schommelingen. Zoo werd een enkele maal met 0,1 cc formaline in vochtigen grond (de toestand waarin alle middelen aanvankelijk beproefd zijn) reeds alle *Fusarium* gedood, terwijl ook éénmaal met 0,005 cc chloorpicrine in matig vochtigen grond niet alle *Fusarium* gedood werd. In 't algemeen blijkt de vochtigheidstoestand van den grond een zeer grooten invloed op het resultaat van de ontsmetting te hebben.

Formaline werkt verreweg het beste in een zeer vochtigen grond, zoodat dan zelfs een hoeveelheid van 8 liter per rr^a voldoende zou kunnen zijn. Het advies om kweekgrond bij ontsmetting geheel met formaline te doordrenken wordt dus wel zeer terecht gegeven. Het blijkt dat de grootere verdunning van de formaline haar werking niet benadeelt. Daar de formaline oplost in water, zal in een vochtigen grond een veel gelijkmatiger verspreiding verkregen worden. In een zwaren grond is deze steeds moeilijk te verkrijgen. Wanneer deze gelijkmatige verspreiding in de erlemeyers, waar een mooie menging van het ontsmettingsmiddel door den grond mogelijk is, reeds zoozeer door het toedienen van veel water bevorderd wordt, dan zal dit in de practijk nog wel in sterker mate het geval zijn. Het is dan ook zeer belangrijk bij het toepassen van deze ontsmetting zooveel mogelijk water te ge-

bruiken, b.v. door na de toevoeging van de formaline, deze met veel water in den grond te spoelen.

Met chloorpicrine wordt juist een beter resultaat verkregen naarmate de grond droger is. In een matig drogen grond wordt alle *Fusarium* zelfs reeds gedood door een hoeveelheid van 0,003 cc per erlemeyer, wat overeenkomt met $\frac{1}{4}$ liter per rr^2 . Dit is heel goed te begrijpen, daar chloorpicrine niet oplost in water, maar zich in gasvormigen toestand door de luchtholten in den grond moet verspreiden. De beste verspreiding heeft dus plaats in drogen grond. In een vochtigen grond is minstens drie keer zooveel chloorpicrine noodig voor het bereiken van eenzelfde resultaat als in matig drogen grond. Men dient bij de toepassing van deze ont-smetting in de praktijk er dus voor te zorgen, dat de grond in een zoo droog moge-lijken toestand verkeert.

In de tweede plaats is de invloed van de *temperatuur* bestudeerd. Daartoe wer-den de erlemeyers met grond tijdens de ontsmetting bewaard bij temperaturen, variërend van 5 tot 25 °C. De invloed van de temperatuur was echter gering vergeleken bij den invloed van de vochtigheid. Wel is het gelukt bij 25 °C reeds met 0,08 cc formaline alle *Fusarium* in de erlemeyer te doden, wat overeenkomt met 6 4 liter formaline per rr^2 . Bij alle andere temperaturen was 0,1 cc noodig. Dit verschil is niet groot, terwijl bovendien zulke hooge temperaturen in 't alge-meen toch niet voorkomen in den grond. Het is dus in dit opzicht van weinig be-lang in welk seizoen de ontsmetting toegepast wordt. Wel is het herstel van den *Fusarium*-groei bij lage temperatuur steeds langzamer. Met chloorpicrine kon in het geheel geen betere werking vastgesteld worden bij hooge temperaturen in ver-gelijking met lage temperaturen.

Tenslotte is nog de invloed van den *tijdsduur van ontsmetting* nagegaan. Dit onderzoek had vooral ten doel eenige gegevens te verkrijgen betreffende de wenschelijkheid om den grond na ontsmetting eenigen tijd af te dekken. Eerst werd de invloed van een langeren ontsmettingsduur, nl van 3 en 7 weken onderzocht. Daartoe werden de erlemeyers ditmaal niet met een wattenprop afgesloten, maar met een kurk, die goed geparaffineerd werd, zoodat een luchtdichte afsluiting verkregen werd. Er werd echter noch met formaline, noch met chloorpicrine een gunstiger resultaat verkregen door een langdurige inwerking. Het lijkt bovendien zeer moeilijk om een vluchtig gas als chloor-picrine in de praktijk door afdekking lang in den grond te houden. Een langdurige, solide afdekking van den grond is ook vaak moeilijk uit te voeren zonder nadeel voor de structuur van den grond. Toch zal afdekking in de praktijk zeer wensche-lijk kunnen zijn. Door een langen inwerkingsduur zal meer gelegenheid bestaan tot een gelijkmatiger verdeling van het ontsmettingsmiddel door den grond, door middel van diffusie en waterstreaming door de capillairen. Deze verspreiding zal waarschijnlijk veel langzamer plaats hebben dan de warmtegeleiding bij het stoomen van den grond. Bovendien is bij voortgezette proefjes in erlemeyers nog gebleken, dat een kortere inwerkingsduur dan 2-3 dagen in 't bijzonder bij chloor-picrine soms minder goede resultaten geeft. Het is dus wel goed de grond enkele dagen af te dekken. Misschien kan deze afdekking reeds verwezenlijkt worden door met een flinke hoeveelheid water na te spoelen. De formaline zal daarin op-lossen en wellicht minder snel verdampen, terwijl de chloorpicrine afgesloten zou kunnen worden van de lucht. Slechts proeven in de praktijk zullen het vraagstuk van de wenschelijkheid en mogelijkheid van een afdekking kunnen oplossen.

SAMENVATTING

Een verwelking en voetziekte bij komkommers kan veroorzaakt worden door de volgende Fusaria:

1. *Fusarium angustum* veroorzaakt een hevige aantasting van stengelvoet en stengel (bruinkleuring).
2. *Fusarium orthoceras* veroorzaakt een iets minder hevige aantasting van stengelvoet en stengel.
3. *Fusarium orthoceras* var. *longius* tast den stengelvoet aan.
4. *Fusarium solani* var. *Martii* tast de wortels aan (zie afb. 1-4).

Al deze Fusaria kunnen de meest gekweekte komkommer-, meloenen- en boonensoorten aantasten. Boonen en ananas-meloenen zijn voor sommige van deze Fusaria minder gevoelig. De pronkboon wordt daarentegen door *Fusarium solani* var. *Martii* juist hevig aangetast (zie ook conclusies op blz. 14).

Enting van den grond met onschadelijke of weinig pathogene Fusaria kan een hernieuwde besmetting met hevig pathogene Fusaria tegengaan.

Chloorpicrine is het meest geschikte chemische middel om *Fusarium* in den grond te doden. Het beste resultaat wordt verkregen wanneer de grond droog is. Ook formaline is bruikbaar. Dit middel moet juist toegepast worden in een zoo vochtig mogelijken grond.

Kwikmiddelen zijn alleen te gebruiken voor een plaatselijke ontsmetting rondom de pooten der planten. Germisan is daarvoor het best geschikt. Ook het insmeren van de pooten met 10 % normaal pappoeder kan soms eenig gunstig resultaat hebben. Deze laatste middelen zijn echter weinig afdoende. Voor de benoedigde hoeveelheden zie men tabel 2.

ZUSAMMENFASSUNG

Als Erheber eines Welkens und einer Fusskrankheit bei Gurken sind in Holland die folgenden Fusariën festgestellt worden:

1. *Fusarium angustum* verursacht eine starke Braunfärbung des Stengelfusses und des Stengels.
2. *Fusarium orthoceras* verursacht eine etwas schwächere Braunfärbung des Stengelfusses und des Stengels.
3. *Fusarium orthoceras* var. *longius* greift den Stengelfuss an.
4. *Fusarium solani* var. *Martii* greift die Wurzeln an (Bilder 1-4).

Diese vier Fusariën können die in Holland meist angebauten Gurken, Melonen und Bohnen angreifen. Bohnen und Ananasmelonen sind für einige dieser Fusariën weniger empfindlich. Die türkische Bohne aber wird von *Fusarium solani* var. *Martii* gerade stark angegriffen.

Impfung des Bodens mit unschädlichen oder wenig pathogenen Fusariën kann eine erneute Infektion mit stark pathogenen Fusariën verhindern.

Chlorpikrin ist das am besten geeignete chemische Mittel zum Abtöten der Fusariën im Boden. Der beste Erfolg bekommt man, wenn der Boden trocken ist. Auch Formalin ist brauchbar. Hier soll der Boden gerade in einem feuchten Zustande verkehren.

Quecksilber enthaltende Mittel sind nur brauchbar für eine lokale Entseuchung um die Füße der Pflanzen herum. Germisan ist dafür am besten geeignet. Auch das Bestreichen der Füße mit 10 % Kupfersodabrühe kann bisweilen einen ziemlich guten Erfolg haben. Diese letzten Mittel sind aber wenig wirksam.

Die benötigten Mengen findet man in Tafel 2.

LITERATUUR

1. L. S. BENNETT. Studies on the inheritance of resistance to wilt (*Fusarium niveum*) in Watermelon. J. agric. Res. 53, p. 295–306, 1936.
2. B. O. DODGE. Marigold wilt. J. N. Y. bot. Gdn. 37, p. 211–214, 1936.
3. J. DUFRÉNOY. La transmission des maladies des plantes par voie biologique. Voordracht in de „Société de Pathologie comparée”, 10. IV, 1923.
4. E. J. EZERSKAYA. Chloropicrin as soil desinfectant in hot frames. Pl. Prot. Leningr. 12, p. 113–120, 1937.
5. T. FERRARIS. L'avvizzimento o tracheomicosi dell 'Astro della China. Riv. agric. Roma, 1938.
3. G. FRON. La maladie de la fusariose des Oeillets. Rev. Path. vég. 23, p. 131–144, 1933.
7. M. GAUDINEAU. Le flétrissement des Reines-Marguerites dû au *Fusarium callistephi*. Rev. Path. vég. 23, p. 123–130, 1936.
8. G. H. GODFREY. Control of soil fungi bij soil fumigation with chloropicrin. Phyt. 26, p. 246–256, 1936.
9. J. G. LEACH. A destructive *Fusarium* wilt of Muskmelons. Phyt. 23, p. 554–556, 1933.
10. J. G. LEACH and T. M. CURRENCE. Resistance to *Fusarium* wilt in Muskmelons. Abs. in Phyt. 25, p. 25, 1935.
11. T. LINDFORS. Om vissnesjuka hos gurkor förorsakad av *Verticillium albo-atrum*. Medd. No. 150 fran Centralanst. f. försöksväs pa jorbruksomradet. Bot. avdeln 13, p. 3–12, 1917.
12. H. MADLE. Wie kann die Fusskrankheit des Spargels bekämpft werden? Kranke Pflanze 13, S. 213–215, 1936.
13. T. F. MANNS, F. R. DAVIES, J. W. HEUBERGER and J. F. ADAMS. Department of Plant Pathology. Rep. Del. agric. Exp. Sta. Bull. 205, p. 37–45, 1936.
14. O. A. REINKING. Parasitic and other *Fusaria* counted in Costa Rica and Panama soils. Zentr. f. Bakt. u. Par. Abt. II 90, S. 4–17, 1934.
15. O. A. REINKING and M. M. MANNS. Parasitic and other *Fusaria* counted in Colombia soils. Zentr. f. Bakt. u. Par. Abt. II 89, S. 502–509, 1934.
16. K. REITER. Eine zu wenig bekannte Nelkenkrankheit. Blumen u. Pfl. Bau ver. Gartenwelt 39, S. 118–119, 1935.
17. H. RIETBERG. De fusariose van komkommers en meloenen. Med. v. d. Tuinb. voorl. no. 20, 1940.
18. W. TEMPEL. Bekämpft die Fusskrankheit des Spargels. Ratschl. Haus, Garten, Feld 10, S. 81–82, 1935.
19. R. VAN DER VEEN. Onderzoekingen over Tracheomycosen, Proefschrift 1930.
20. Verslag Vleutens Proeftuin, 1939.
21. J. J. WILSON. The pathological relationship between the host and parasite in varieties and strains of Watermelons resistant to *Fusarium niveum* E. F. S. Res. Bull. Ia agric. Exp. Sta. 195, p. 107–152, 1936.
22. H. W. WOLLENWEBER und O. A. REINKING. Die *Fusariën*, ihre Beschreibung, Schädwirkung und Bekämpfung, 1935.
23. M. ZILLING. Beiträge zur Kenntnis der Microflora der Böden Westsibiriens. Ref. in Zentr. f. Bakt. u. Par. Abt. II, 95, S. 82–83, 1936.

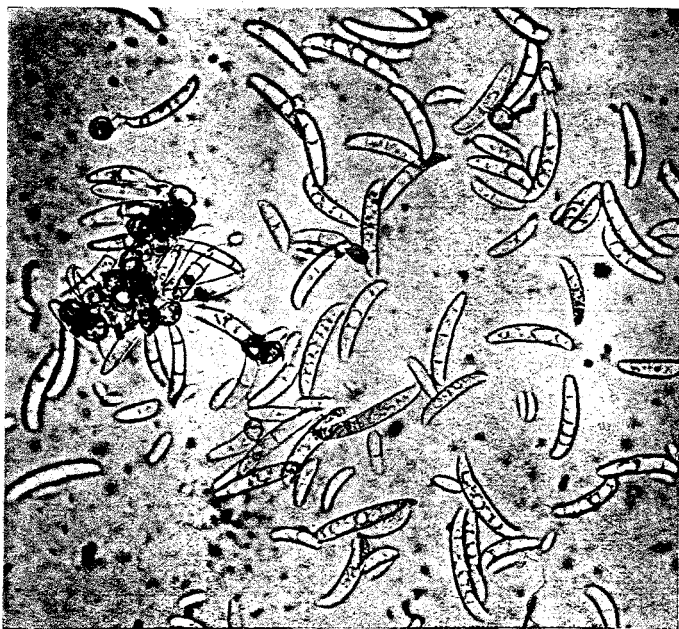
VERKLARING DER PLATEN

Plaat I

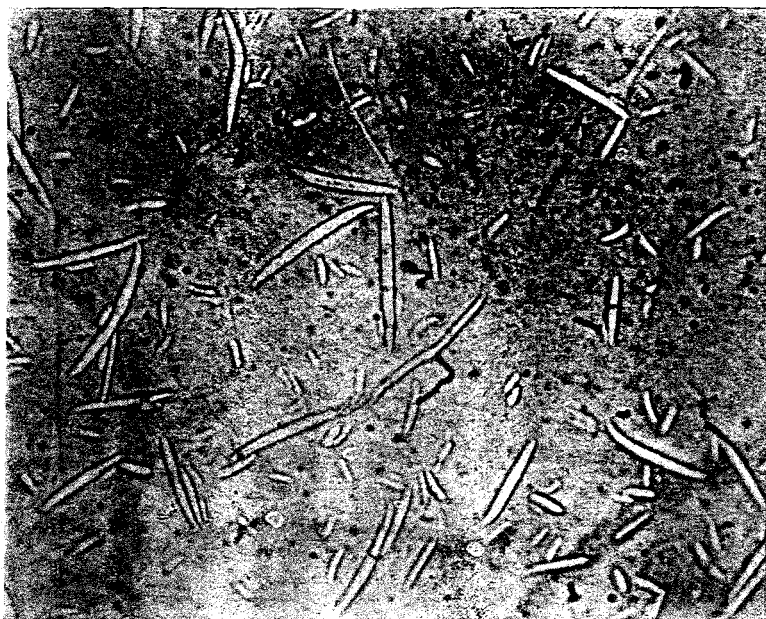
- Afb. 1. Macroconidiën, microconidiën en chlamydosporen van *Fusarium solani* var. *Martii*.
390 × vergroot.
- „ 2. Macroconidiën en microconidiën van *Fusarium angustum*. 390 × vergroot.

Plaat II

- „ 3. *Fusarium*-aantasting bij komkommer-kiemplantjes in cultuurbuizen.
Links: aantasting door *Fusarium orthoceras*. Deze begint bij den stengelvoet en breidt zich dan over den stengel uit naar boven.
Midden: contrôle.
Rechts: aantasting door *Fusarium solani* var. *Martii*. Deze tast de wortels aan. Uit den stengelvoet worden nieuwe, aanvankelijk gezonde, wortels gevormd.
- „ 4. *Fusarium*-aantasting bij komkommer-kiemplantjes in cultuurbuizen.
Links: aantasting door *Fusarium orthoceras* var. *longius*. De stengelvoet kleurt bruin en wordt ingesnoerd.
Midden: contrôle.
Rechts: aantasting door *Fusarium bulbigenum* var. *niveum*. Zwakke bruinkleuring van den stengelvoet en aantasting van de wortels.

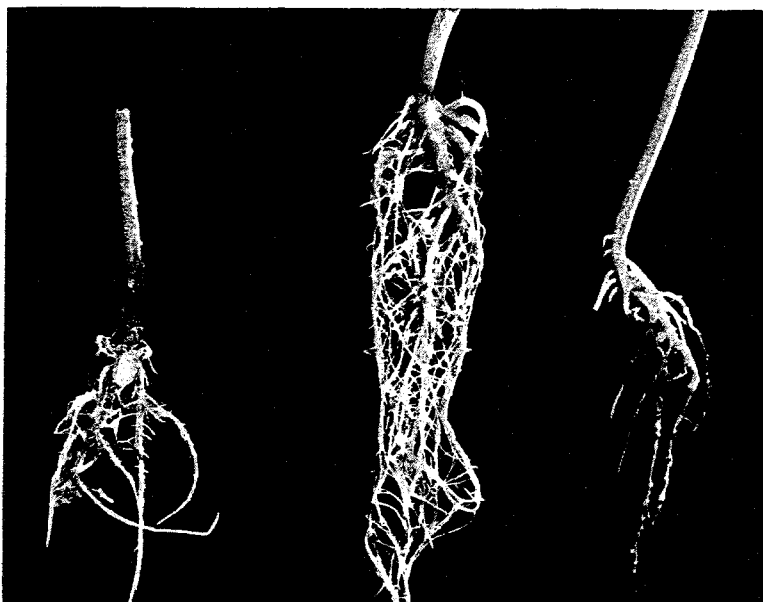


afb. 1



afb. 2

PLAAT V



afb. 3



afb. 4