

ASPECTEN VAN ONTSMETTING MET KWIKHOUDENDE MIDDELEN BIJ ZOMERGRANEN¹⁾

With a summary: Aspects of mercurial seed dressing for spring-sown cereals

DOOR

J. DE TEMPE

Rijksproefstation voor Zaadcontrôle, Wageningen

INLEIDING

Zaaizaad kan zeer belangrijk zijn als beginpunt van ziekteontwikkeling te velde. De betekenis van een zaadinfectie in dit opzicht hangt af van gastheer, pathogeen en uitwendige omstandigheden. De in Nederland sterk wisselende omstandigheden van weer en bodem maken de praktische waardering van zaadinfecties ten onzent zeer moeilijk.

Door het Rijksproefstation voor Zaadcontrôle zijn gedurende drie jaren veldproeven genomen over de zaadinfectie van zomertarwe met *Fusarium*-soorten en die van zomergerst met *Helminthosporium sativum* P.K. & B. Deze pathogenen komen in het zaad veelvuldig voor, maar het is niet bekend of de door hen veroorzaakte schade belangrijk is.

Besmetting van het zaad met *Fusarium*-soorten is bij al onze granen zeer algemeen, maar de hoogste infectiepercentages worden gevonden bij tarwe. Er treedt een groep van schimmels bij op, welke wortel- en spruitrot veroorzaken en daardoor een verminderde opkomst en eventueel een verminderde opbrengst bewerkstelligen. De betrokken schimmels komen ook algemeen in de grond voor, waarin ze saprofytisch leven en van waaruit ze parasitair kunnen worden bij aanwezigheid van geschikte gastheersoorten, in de eerste plaats granen of grassen. Deze grondinfectie beperkt natuurlijk het belang van de zaadinfectie.

De *Fusarium*-soorten in kwestie zijn in zeer verschillende mate parasitair. *F. nivale*, de sneeuwschimmel, is vooral bij lage temperaturen een virulente parasiet voor granen; *F. culmorum*, *avenaceum* en *graminearum* zijn zwakkere parasieten; verder zijn er een groot aantal andere soorten, die slechts zwak of onder voor de gastheer ongunstige omstandigheden parasitair optreden (GORDON, 1944, 1952; OSWALD, 1949).

De infectie van zomergerst met *Helminthosporium sativum* veroorzaakt een ziekte, die enkele tientallen jaren geleden in ons land nauwelijks voorkwam. Een aanmerkelijke infectie van een zaadmonster werd in die tijd beschouwd als aanwijzing, dat de partij uit een zuidelijk land was geïmporteerd. Zeer bekend is de schimmel als een der oorzaken van het „common root rot” en oorzaak van het „spot blotch” in Noord-Amerika (MEAD, 1942, 1942), maar ook in Europa begint hij de aandacht te trekken (MÜLLER, 1956) en de laatste jaren werden in Nederlandse gerstmonsters soms zeer hoge percentages geïnfecteerde zaden aangetroffen.

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 11 maart 1958.

Sterke infectie vindt men uitsluitend in monsters van bepaalde zomergerst-rassen, zoals Agio, Pirolina en Frisia. In andere zomergersten, zoals Mansholt's tweerijige, vindt men hoogstens matige infectie. Weer andere, bijv. Balder, vertonen er nooit meer dan een spoor van en dit geldt ook voor onze wintergerst-variëteiten. Behalve rasverschillen spelen natuurlijk de groeiomstandigheden (teeltgebied, vochtigheid en temperatuur, gebruik van al of niet ontsmet zaai-zaad?) een rol. Waarschijnlijk is de uitbreiding van de ziekte in ons land begunstigd door het zelden toepassen van zaadontsmetting voor gerst. De infectie der zaden is vrijwel altijd licht en verlaagt dus de kiemkracht nauwelijks of niet. Voor partijen met een hoog kiemkrachtcijfer voelt men dan de noodzaak tot ontsmetting niet zo sterk.

MATERIAAL EN METHODIEK

In principe biedt uitleggen der zaden op agarbodem een mogelijkheid om zaadinfecties te herkennen. De op het Rijksproefstation voor Zaadcontrole tot dusver met deze methode verkregen resultaten doen echter de voorkeur geven aan de oude methode van kieming op vochtig filtreerpapier met beoordeling van de infectie aan de op de kiemplanten veroorzaakte ziektesymptomen.

Zo wordt de besmetting van granen met *Fusarium* in het laboratorium herkend aan het erdoor veroorzaakte wortelrot der kiemplanten (fig. 1). Omdat men dus de symptomen aan kiemplanten moet beoordelen, dienen de proefomstandigheden zo gunstig mogelijk voor de kieming te zijn. In het Rijksproefstation wordt het onderzoek beëindigd, als de plantjes drie dagen bij 10°C (terwille van de narijping) en vervolgens drie dagen bij 20° hebben verkeerd. Het blijkt niet mogelijk een scherpe grens te trekken tussen gezonde en zieke kiemplanten en bovendien blijkt het percentage der laatste sterk afhankelijk van proefomstandigheden en proefduur. Dit dwingt tot standaardisering van de proefomstandigheden, zowel als van de beoordeling ten einde reproduceerbare en voor verschillende monsters vergelijkbare resultaten te krijgen. De zo gevonden infectiepercentages hebben geen „absolute” waarde, maar dat is ook niet mogelijk voor een ziekte, welke wordt veroorzaakt door een ingewikkeld en variabel complex van schimmels. Hoofdzak is, dat de verkregen „relatieve” resultaten praktisch bruikbaar zijn.

Van ouds worden graanmonsters in het laboratorium ook op *Helminthosporium*-soorten onderzocht in een filtreerpapier-proef. Ook deze wordt na zes dagen beoordeeld, waarbij met de stereoscopische microscoop wordt gecontroleerd op het optreden van de typische sporendragers (fig. 2). Bij een eventuele tweede inspectie, na totaal 10 dagen, vindt men er dikwijls nog een paar procent geïnfecteerde zaden bij. Vermoedelijk is wat men reeds na zes dagen vindt afkomstig van mycelium dat in het pericarp aanwezig was, terwijl wat men pas na 10 dagen vindt afkomstig is van losse sporen op het zaad. Aangezien die paar procent van zich langzaam ontwikkelende infecties vermoedelijk ook in het veld weinig schade doen is voor deze proeven volstaan met beoordeling na zes dagen.

Helminthosporium-soorten komen lang niet zo verspreid voor; ze zijn sterker parasitair en meer gespecialiseerd dan de in het voorgaande besproken *Fusarium*-soorten. *Helminthosporium sativum* neemt in dit opzicht een tussenpositie in: hij heeft nog een tamelijk breed gastheer-sortiment, kan zich op stoppelresten

ongeveer een jaar in de grond handhaven, en is evenals de Fusariën in hoofdzaak actief als veroorzaker van wortelrot. Voor deze schimmel is onder Nederlandse omstandigheden uitsluitend het zaad van belang als infectiebron.

Omdat de uiteindelijke waardering van elke zaadinfectie moet afhangen van de schade, welke te velde kan worden veroorzaakt, zijn sinds enkele jaren over de desbetreffende ziekten veldproeven verricht op de zware kleigrond naast het Rijksproefstation voor Zaadcontrôle. Hierbij werd voor elke proef gebruik gemaakt van een zo groot mogelijk aantal monsters, zo mogelijk van één ras maar van verschillend infectieniveau. Er werd gewerkt met rijen van drie meter lengte à 200 zaden, en met 25 cm afstand tussen de rijen. Van elk monster werd telkens één rij met ontsmet zaad geflankeerd door twee rijen met niet-ontsmet zaad. Vier, of soms acht herhalingen per monster werden gebruikt.

Voor ontsmetting werd het eerste jaar 3 gram kwikfungicide per kg zaad gebruikt, in de beide volgende jaren 2 g/kg van een ander kwikmiddel. In de proeven van 1957 werd ook TMTD in dosering van 2 g/kg opgenomen. De ontsmette monstertjes werden ongeveer twee weken in gesloten flesjes bewaard. Gezaaid werd omstreeks begin april.

Het gebruik van bekende aantallen zaden maakt bepaling van opkomstpercentages mogelijk. Bovendien werd in de normale oogsttijd het gewicht van het velddroge gewas per 100 gezaaide zaden vastgesteld. Als opbrengstbepaling heeft deze methode zijn beperkingen, maar hij is beter uitvoerbaar dan bepaling der zaadopbrengst van de talrijke kleine objecten. De opzet van deze proeven als opkomstproeven maakt hen echter minder geschikt ter bestudering van opbrengsten; conclusies te dezen dienen dus kritisch te worden beschouwd.

RESULTATEN

Het zou te ver voeren de uitkomsten van het zestal proeven hier in extenso weer te geven. Ze liggen ter beschikking van belangstellenden. Hier moet worden volstaan met de resultaten samen te vatten in enkele tabellen, welke in de volgende sectie besproken zullen worden. Er zijn twee groepen grafieken (fig. 3 en 4). De eerste groep van zes (links tarwe, rechts gerst; van boven naar beneden voor 1955, 1956 en 1957) geeft de invloed van het percentage geïnfecteerde zaden (horizontale as) op de opkomst (verticale as links) en de gewasopbrengst (idem rechts). Om deze grafieken te verkrijgen werd aangenomen, dat het verband tussen zaadinfectie en opkomst, respectievelijk opbrengst rechtlijnig is, zodat door het gemiddelde (aangegeven met een punt voor de opkomst, een kringetje voor de opbrengst) na berekening van de regressiecoëfficiënten een rechte lijn kon worden getrokken. Het tweede zestal grafieken geeft de relatieve wijziging van opkomst, respectievelijk gewasopbrengst (verticaal afgezet) door zaadontsmetting bij verschillende percentages besmet zaad (horizontaal afgezet). Ook deze grafieken berusten op het aannemen van een rechtlijnig verband. De volgende tabellen kunnen a.h.w. worden afgelezen uit deze grafieken.

Tabel 1 geeft de gemiddelde opkomst en opbrengst voor de niet-ontsmette, respectievelijk de ontsmette objecten in elke proef. Elk getal in deze tabel vertegenwoordigt een aanmerkelijk aantal monsters, uitgezaaid in een aantal herhalingen. Men kan er het effect van de ontsmetting van het zaaizaad uit aflezen, maar niet de door de ziekte veroorzaakte schade.

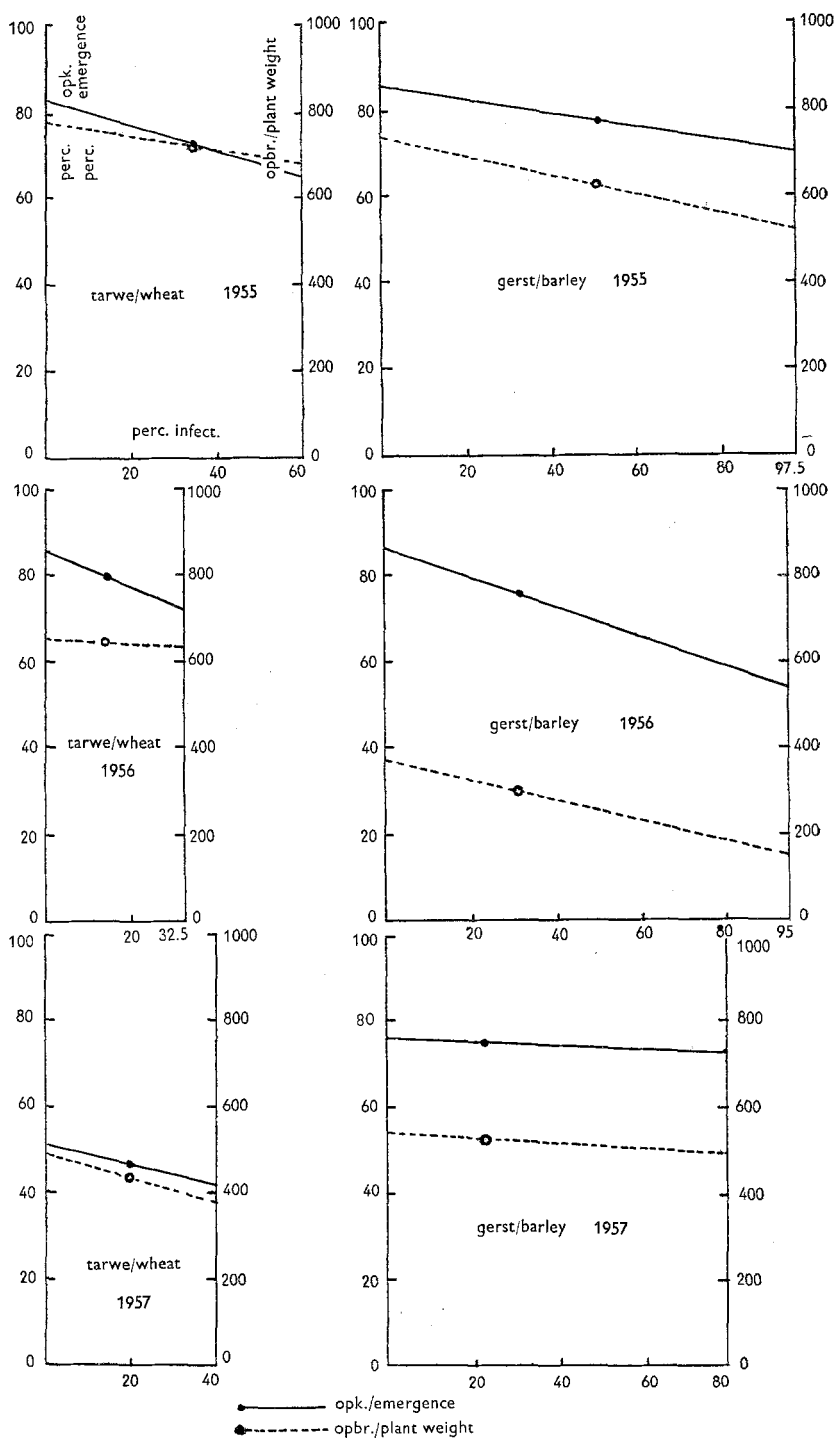


FIG. 3. Het verband tussen zaaizaadinfectie en opkomst, respectievelijk gewasopbrengst te velde.

Relationship between seed infection and field emergence and plant weight, respectively.

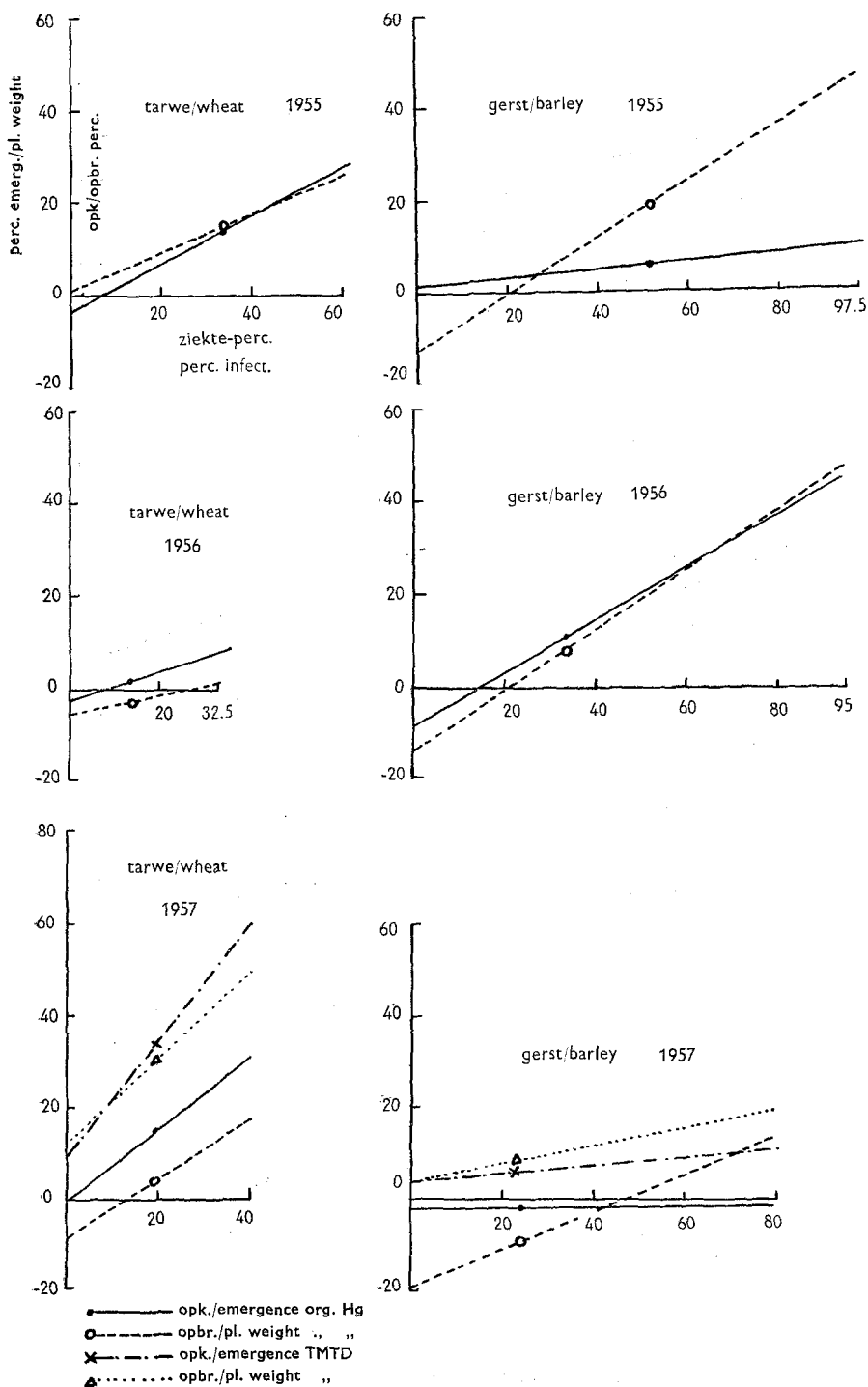


FIG. 4. De (relatieve) verandering van veldopkomst respectievelijk gewasopbrengst door zaadontsmetting bij verschillende infectiegraad van het zaaizaad.

The (relative) change in field emergence and plant weight, respectively, caused by seed treatment at different infection levels of the sowing seed.

TABEL 1. Gemiddelde opkomst en gewasopbrengst (gewicht van het velddroge gewas na rijping in grammen per 100 gezaaide zaden).

Average emergence and plant weight, as weight of the field-dry crop in grams per 100 seeds sown, of spring wheat and spring barley in field experiments.

	Ontsmetting <i>Treatment</i>	Veldopkomst <i>Field emerg.</i>	Gewas- opbrengst <i>Plant weight</i>
<i>Tarwe/wheat</i>			
1955 (36 monsters/samples;)	geen/none	73,2 ± 0,3	726 ± 10
gemidd./average 34% inf.)	Org. Hg	83,5 ± 0,4	831 ± 14
1956 (72 monsters/samples;)	geen/none	80,2 ± 0,3	644 ± 5
gemidd./average 13½% inf.)	Org. Hg	82,1 ± 0,4	626 ± 7
1957 (28 monsters/samples;)	geen/none	46,1 ± 0,5	436 ± 5
gemidd./average 18½% inf.)	Org. Hg	53,2 ± 0,8	453 ± 5
	TMTD/thiram	61,9 ± 0,8	567 ± 8
<i>Gerst/barley</i>			
1955 (18 monsters/samples;)	geen/none	77,5 ± 0,6	626 ± 15
gemidd./average 50½% inf.)	Org. Hg	81,8 ± 0,6	725 ± 15
1956 (36 monsters/samples;)	geen/none	75,2 ± 0,4	302 ± 3
gemidd./average 33% inf.)	Org. Hg	82,9 ± 0,6	322 ± 3
1957 (17 monsters/samples;)	geen/none	75,0 ± 0,4	523 ± 6
gemidd./average 23½% inf.)	Org. Hg	74,0 ± 0,5	472 ± 6
	TMTD/thiram	79,6 ± 0,5	568 ± 5

De invloed van de bestudeerde ziekten kan men wel vaststellen met behulp van de regressie-coëfficiënten voor de opkomst, respectievelijk de gewasopbrengst uit niet-ontsmet zaad met betrekking tot het percentage geïnfecteerd zaad. Om deze waarden te berekenen moest worden aangenomen, dat het verband tussen de infectie van het zaaizaad enerzijds en de opkomst respectievelijk de gewasopbrengst anderzijds rechtlijnig is. Waarschijnlijk is deze veronderstelling niet strikt juist. Uit de regressie-coëfficiënten kan men berekenen hoeveel procent zaadinfectie in de diverse proeven 1% opkomstvermindering respectievelijk 1% vermindering in gewasopbrengst tengevolge heeft gehad. Deze percentages ziet men in tabel 2. Hierin betekenen hoge cijfers dus een geringe activiteit van de schimmel.

TABEL 2. Infectiepercentages van het zaaizaad, welke 1% verschil in veldopkomst en gewasopbrengst veroorzaakt hebben.

Infection percentages of the sowing seed having caused 1% difference in field emergence and plant weight.

	Opkomst <i>Emergence</i>	Gewasopbrengst <i>Plant weight</i>
<i>Tarwe/wheat</i>		
1955	3 %	6 %
1956	4½%	13 %
1957	5¼%	5½%
<i>Gerst/barley</i>		
1955	6½%	4½%
1956	3 %	4½%
1957	25 %	17 %

In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven van een ontsmettingsbehandeling met organisch kwik, zoals die algemeen wordt geadviseerd en ongetwijfeld ook veel wordt toegepast in verband met de bestudeerde ziekten. Men ziet, dat in de meeste gevallen – gemiddeld over de gehele proef – de ontsmetting voordeel betekent heeft. Dat is echter niet altijd het geval geweest. TMTD heeft in het ene jaar, waarin het naast kwik is gebruikt, een zeer gunstige werking gehad.

TABEL 3. Gemiddelde relatieve wijziging van opkomst en gewasopbrengst van zomertarwe en zomergerst door ontsmetting.

Average relative change in emergence and plant weight of spring wheat and spring barley caused by seed treatment.

	Ontsmetting <i>Treatment</i>	Veldopkomst <i>Field emerg.</i>	Gewas- opbrengst <i>Plant weight</i>
Tarwe/ <i>wheat</i> 1955	Org. Hg	+ 14 %	+ 14½ %
1956	Org. Hg	+ 2½ %	- 3 %
1957	Org. Hg	+ 15 %	+ 4 %
	TMTD/thiram	+ 33½ %	+ 30 %
Gerst/ <i>barley</i> 1955	Org. Hg	+ 5½ %	+ 18 %
1956	Org. Hg	+ 10½ %	+ 6½ %
1957	Org. Hg	- 1½ %	- 10 %
	TMTD/thiram	+ 6 %	+ 8½ %

In tabel 4 zijn de schade door de ziekte (bij het gemiddelde percentage zaad-infectie voor elke proef) en de invloed van de fungicide behandeling (bij hetzelfde infectieniveau van het zaaizaad) tegenover elkaar gesteld.

TABEL 4. Schade als gevolg van de zaadinfectie vergeleken met de verbetering door de ontsmetting.

Injury caused by the seed-borne inoculum as compared with the effect of seed dressing.

		Invl. op opk. <i>Effect on emerg.</i>	Invl. op opbr. <i>Effect on pl. weight</i>
Tarwe/ <i>wheat</i> 1955	34% inf. Org. Hg	- 12 % + 14 %	- 7 % + 14½ %
1956	13½% inf. Org. Hg	- 3½ % + 2½ %	- 1½ % - 3 %
1957	18½% inf. Org. Hg	- 8 % + 15 %	- 10 % + 4 %
	TMTD/thiram	+ 33½ %	+ 30 %
Gerst/ <i>barley</i> 1955	50½% inf. Org. Hg	- 9 % + 5½ %	- 15 % + 18 %
1956	33% inf. Org. Hg	- 13 % + 10½ %	- 20 % + 6½ %
1957	23½% inf. Org. Hg	- 1 % - 1½ %	- 3 % - 10 %
	TMTD/thiram	+ 6 %	+ 8½ %

Voor elke proef geeft de bovenste regel aan de procentuele verandering (vermindering) in opkomst en opbrengst, veroorzaakt door de ziekte bij het gemiddelde infectieniveau der proef.

De tweede regel geeft aan de verandering (meestal verbetering) in opkomst en opbrengst, teweeggebracht door kwikontsmetting van het zaaizaad bij hetzelfde gemiddelde infectieniveau; de derde regel (voor de proeven van 1957) evenzo voor TMTD. In deze tabel is te zien, dat de door de ziekten veroorzaakte schade soms onvoldoende gecompenseerd wordt door de kwikontsmetting, soms ongeveer gecompenseerd en soms ook overgecompenseerd. Overcompensatie is mogelijk, doordat niet alleen de zaadinfectie wordt onderdrukt, maar bovendien zwakke zaden na uitzaai worden beschermd tegen de facultatief-parasitaire microflora van de grond. Dit laatste is vooral in sterke mate het geval na TMTD-behandeling.

Het is uit het voorgaande wel duidelijk, dat in bepaalde gevallen de kwikontsmetting een overwegend nadelig effect heeft gehad. Dit nadelige effect zal vooral tot uitdrukking komen in geval van lage percentages infectie van het zaaizaad, want voor deze monsters is het nuttig effect van de ontsmetting geringer.

In tabel 5 is vermeld, beneden welke percentages besmetting van het zaaizaad in deze proeven de beschadigende werking van het kwikfungicide is gaan overheersen en tevens hoe groot de opkomst- en de gewasopbrengst-reductie was voor ziektevrij zaaizaad. Hieruit ziet men, dat de schade zeer aanzienlijk kan zijn.

TABEL 5. Beschadigende werking van zaadontsmetting met organisch kwik.

Injurious effect of seed dressing with organic mercury.

A. Infectiepercentage van het zaaizaad, waarbij nuttige en schadelijke werking der behandeling in evenwicht zijn.

Infection percentage of the sown seed at which the beneficial and the injurious effect of the dressing are in equilibrium.

	Voor de opkomst <i>For emergence</i>	Voor de gewasopbrengst <i>For plant weight</i>
Tarwe/ <i>wheat</i> 1955	6 %	altijd nuttig/ <i>always beneficial</i>
1956	5½%	27%
1957	0 %	13%
Gerst/ <i>barley</i> 1955	altijd nuttig/ <i>always beneficial</i>	21%
1956	13½%	22%
1957	altijd schadelijk/ <i>always injurious</i>	47%

B. Werking der ontsmetting voor ziektevrij zaaizaad.
Effect of the dressing on disease-free sowing seed.

	Voor de opkomst <i>For emergence</i>	Voor de gewasopbrengst <i>For plant weight</i>
Tarwe/ <i>wheat</i> 1955	- 3 %	+ 1 %
1956	- 2 %	- 6 %
1957	0 %	- 9 %
Gerst/ <i>barley</i> 1955	+ 2 %	- 13 %
1956	- 7½ %	- 14½ %
1957	- 3 %	- 19½ %

BESPREKING

Men zal misschien geneigd zijn tot de conclusie, dat de invloed van de bestudeerde ziekten in deze veldproeven gering is geweest (tabel 2). Een sterke invloed is ook nauwelijks te verwachten voor deze combinaties van gastheer en pathogeen. Granen hebben een sterk vermogen tot compensering van opkomstverschillen door meer of minder sterke uitstoeling van het jonge gewas. Het effect van infectie van tarwezaad met *Fusarium*-soorten zal worden beperkt, doordat de schimmels alom in de grond tegenwoordig zijn. Het effect van infectie van gerst met *Helminthosporium sativum* zal worden beperkt, doordat de Nederlandse zomers voor deze schimmel vermoedelijk wat koel zijn. Niettemin blijft de schade in deze proeven belangrijk genoeg, in aanmerking genomen hoe sterk de besmetting van het zaaizaad dikwijls is.

Wat het herstelvermogen van het gewas tegenover het uitbreidingsvermogen van de ziekte betreft, kan het volgende worden opgemerkt. In twee van de drie tarweproeven waren de verschillen in opbrengst aanmerkelijk geringer dan de reductie in opkomst – als gevolg van de besmetting door *Fusarium* – had doen verwachten. In de derde proef was het verschil in opbrengst in overeenstemming met het verschil in opkomst. In twee van de drie gerstproeven was het verschil in opbrengst groter dan uit de opkomstcijfers was af te leiden. Hier had dus een progressieve ziekteontwikkeling plaats tijdens de verdere ontwikkeling van het gewas.

Uit tabel 3, betreffende de invloed van de zaadontsmetting, ziet men, dat de behandeling met organisch kwik inderdaad gewoonlijk een stijging van het opkomstgemiddelde tengevolge heeft. Alleen voor de gerstproef van 1957 (in welk jaar de ziekte heel weinig schade veroorzaakte) werd een geringe opkomstdaling als gevolg van de ontsmetting genoteerd. Gedurende de latere ontwikkeling van het gewas wordt de invloed van de ontsmetting in de meeste proeven minder gunstig en kan zelfs resulteren in een uitgesproken nadelig effect. Wat de opbrengsten aangaat moet men echter in het oog houden, dat de proeven niet als opbrengstproeven zijn opgezet. Bij de ontwikkeling na het opkomststadium zijn verschillende factoren werkzaam. In een laag opkomstpercentage kunnen kiemplanten zijn begrepen, die als gevolg van ziekte, zwakte of beschadiging onvolwaardig zijn en dus tijdens de verdere ontwikkeling niet ten volle meedoen. Anderzijds kan een slechte opkomst worden hersteld door sterkere uitstoeling van het gewas, wat vooral bij vroege zaai (wintergranen) van groot belang is. Wat de doorslag geeft zal afhangen van gastheer, pathogeen en omstandigheden.

Een belangrijke consequentie van de proefopzet is, dat, indien twee rijen met niet-ontsmet zaad van een zwaar ziek monster een dunne opkomst vertonen, de tussenliggende rij met ontsmet zaad van hetzelfde monster een bijzonder goede ontwikkelingsmogelijkheid heeft. Dit zal een geflatteerde indruk geven van de waarde van ontsmetting voor zwaar ziek zaad en ook gemiddeld over een gehele proef zal daardoor het effect van de ontsmetting iets geflatteerd verschijnen. Inderdaad werd in enkele proeven waargenomen, dat zwaar zieke monsters na ontsmetting gemiddeld hogere opbrengsten gaven dan licht zieke (de regressie-coëfficiënt van de opbrengst-ontsmet met betrekking tot het percentage zieke planten van het niet-ontsmette zaad is in die gevallen positief).

Wat betreft het tegen elkander afwegen van de invloed der ziekte en die der zaadontsmetting, zoals dat is gebeurd in tabel 4, kan worden opgemerkt, dat naast de ziekte – en vermoedelijk min of meer parallel daarmee – een zekere zwakte van het zaad kan staan, welke beide factoren opkomst en opbrengst verlagen. Ontsmetting is werkzaam tegen op het zaad aanwezige pathogene schimmels, maar kan ook verzwakt zaad beschermen tegen ongunstige invloeden van buitenaf. Kwikmiddelen zijn zeer werkzaam tegen de schimmels, maar hebben een fytoxisch effect op verzwakt zaad. TMTD is daarentegen minder werkzaam tegen de schimmels, maar heeft een zeer gunstige invloed op verzwakt zaad. Uit tabellen 3 en 4 ziet men al, dat de schade tengevolge van de kwikbehandeling in enkele proeven heeft overwogen. In tabel 5 is hierop nader ingegaan in de veronderstelling, dat voor licht zieke of ziektevrj monsters de nuttige werkingen van de behandeling geringer zouden zijn, dus het schadelijk effect gemakkelijker zou kunnen domineren. Uit deze tabel blijkt, dat de schade zeer aanzienlijk kan zijn. Het duidelijkst is dit voor gerst, ondanks het feit dat deze door kafjes beschermde zaadsoort bekend staat als minder gevoelig voor beschadiging door kwik dan tarwe. Waarschijnlijk komt dat hierdoor, dat de in deze proeven gebruikte gerst minder zwak was dan de tarwe, zodat voor gerst het nuttig effect van de fungicide behandeling in dit opzicht van minder belang is geweest. Dat de tarwe inderdaad zwakker was in deze proeven blijkt ook uit de opkomstverbetering van ziektevrj zaad door TMTD, welke voor tarwe veel groter was dan voor gerst (respectievelijk 10 en 4 %).

Zaadinfectie en fungicide behandeling van zaaizaad hebben een uitgesproken risico-karakter. Zaadinfectie geeft de mogelijkheid tot, maar niet de zekerheid van schade; desinfectie biedt de mogelijkheid tot, maar niet de zekerheid van verbetering en bij gebruik van kwikmiddelen ook de mogelijkheid tot schade. In het voorgaande zijn deze mogelijkheden gewaardeerd en tegen elkaar afgewogen. Ongetwijfeld kan men over het algemeen de behandeling van graanzaad met organisch kwik beschouwen als een verzekeringspremie ter dekking tegen een kwade kans. In de proeven bleek de schade door de bestudeerde ziekten echter vrij gering, terwijl de schade door de fytoxische werking van het kwikfungicide duidelijker aan 't licht trad dan werd verwacht. Toch moet deze publikatie niet worden opgevat als een pleidooi tegen zaadontsmetting, of meer in het bijzonder tegen het gebruik van kwikfungiciden voor granen. Men mag niet vergeten, dat vermoedelijk juist het zelden toepassen van fungiciden voor zaaigerst *Helminthosporium sativum* gelegenheid heeft gegeven zich in Nederland sterk uit te breiden. TMTD – dat in deze proeven een uitstekende indruk maakte – is onvoldoende werkzaam tegen steenbrand van tarwe (*Tilletia* spp.) en ook niet afdoende tegen strepen- en vlekkenziekte van gerst (*Helmintho-*

sporum spp.). Dat zijn ziekten, waarop door de Keuringsdienst bij de veldcontrole terecht scherp wordt gelet. Bovendien zijn de besproken proeven zuiver kwantitatief; op de kwaliteit van het gevormde zaad is niet gelet. Tenslotte kunnen we overwegen, dat de groep der kwikfungiciden tot dusver de enige praktisch gebruikte mogelijkheid biedt tot genezing van zieke plantendelen, in dit geval van rustende zaden. Allerlei andere toepassingen van fungiciden in land- en tuinbouw komen neer op inkapseling van reeds zieke en bescherming van nog gezonde weefsels. Deze mogelijkheid kan men zeker niet lichtvaardig laten vallen.

Evenwel, de besproken proeven kunnen een aansporing zijn om te zoeken naar nieuwe mogelijkheden ter ontsmetting van granen. Men kan zich afvragen of de kwikprodukten niet even sterk fytoïde als fungicide zijn en hun doorgaans overwegend nuttige werking bij de bestrijding van min of meer oppervlakkige zaadinfecties niet slechts danken aan het feit, dat de diepere delen van kiem en zaad niet bereikt en dus ook niet beschadigd kunnen worden. Voor de toekomst zal men moeten zoeken naar meer specifiek werkzame stoffen, naar fungiciden dus, die niet tevens giftig zijn voor mens, dier en hogere plant. Men kan denken aan de zich snel uitbreidende groep der antibiotica, van welke er enkele uitstekend werkzaam zijn gebleken tegen pathogene schimmels in zaden. Voor tarwe kan men ook denken aan middelen op basis van hexachloorbenzeen met hun specifieke werkzaamheid tegen steenbrand. In elk geval zal men moeten streven naar een combinatie van goede desinfecterende werking (zo goed als de kwikverbindingen vertonen) en goede kiemplantbeschermende werking (van het peil van TMTD), onder vermindering van fytoïde werking. Indien dit kan worden bereikt, dan zal dit vermoedelijk slechts zijn door een combinatie van stoffen van verschillend werkingstype; maar dan zal het zeker mogelijk zijn de opkomst en tevens de opbrengst van tarwe en gerst aanzienlijk te verhogen.

Het Rijksproefstation voor Zaadcontrole kan aan deze ontwikkeling meewerken door over te schakelen van proeven met een groot aantal zaadmonsters van verschillende infectiegraad en met slechts een of twee fungicide stoffen, naar proeven met weinig monsters en meer fungiciden of combinaties van fungiciden met verschillend werkingstype. Dat betekent een verschuiving van het accent van de ziekte naar de bestrijding en een streven om de factoren zaad-desinfectie, kiemplantbescherming en zaadbeschadiging afzonderlijk te bepalen ten einde vervolgens de eerste en tweede tot een maximum op te voeren onder vermindering van de laatste.

SAMENVATTING

Proeven werden opgezet ter waardering van de zaadinfectie van zomertarwe met *Fusarium*-soorten en van zomergerst met *Helminthosporium sativum*, alsmede ter beoordeling van een fungicide behandeling van het zaaizaad met organisch kwik ter bestrijding van deze infecties. Dit werd gedaan in veldproeven met grote series monsters en bekende aantallen zaden, zodat opkomstpercentages konden worden bepaald en na afrijping ook de gewasopbrengst per 100 gezaaide zaden kon worden vastgesteld. De proeven werden genomen op zware kleigrond, terwijl omstreeks begin april werd gezaaid.

De resultaten van de gedurende drie jaren genomen proeven zijn samengevat in tabel 1, waarin de gemiddelde opkomstpercentages en opbrengsten, uit onbehandeld en uit ontsmet zaaizaad, gegeven zijn.

In tabel 2 is de schade door de zaadinfecties gewaardeerd. Deze lijkt per procent geïnfecteerd zaad niet groot, maar zij kan wel belangrijk zijn als men de vaak sterke infectie van het zaaizaad in aanmerking neemt.

In tabel 3 is de verhoging van de gemiddelde opkomst en gewasopbrengst voor elk der zes proeven gegeven. Een enkele maal werd gemiddeld een verlaging genoteerd en dat meer uitgesproken voor de opbrengst dan voor de opkomst. De in 1957 naast de behandeling met organisch kwik toegepaste TMTD-behandeling maakte een zeer gunstige indruk.

In tabel 4 zijn de schade door de ziekte en het nut van de ontsmetting tegen elkaar afgewogen, waarbij blijkt, dat beide nogal uiteen kunnen lopen, zodat soms de schade onvoldoende wordt opgevangen, soms ook over-gecompenseerd door de fungicide behandeling.

In tabel 5 is nader ingegaan op de schadelijke werking van organisch kwik. Voor licht geïnfecteerd of ziektevrij zaad kan deze zeer aanzienlijk zijn.

Tot slot wordt gewezen op de wenselijkheid, te zoeken naar goede desinfectantia ter vervanging van organisch kwik voor granen en op de wenselijkheid meer aandacht te besteden aan de zwakte van het zaad, waarvan de gevolgen na uitzaaï kunnen worden opgeheven door toevoeging van TMTD.

SUMMARY

Experiments are discussed concerning the infection of spring wheat by *Fusarium* spp. and the infection of spring barley by *Helminthosporium sativum*. Both diseases are prevalent in the Netherlands. For these experiments great numbers of seed samples with different percentages of seed-borne infection were used. Part of each sample was treated in the laboratory with the prescribed dosage of organic mercury, stored in closed bottles for about two weeks, and counted numbers of seeds were used for sowing in the field. Sowing took place in the beginning of April, in a heavy loam soil. Afterwards emergence countings were made; in addition yield was estimated by weighing the field-dry plants per row after ripening in the field, although the experiments were not set up for this purpose and consequently conclusions in this respect should be regarded as only tentative.

In table 1 the average field performance is given for each crop in the three successive years.

In table 2 the injury caused by the diseases is evaluated. Per percent seed-borne infection it certainly is not great for either of the diseases studied but it can be important enough, taking into consideration the high percentages of seed-borne infection that often occur. Three to five percent *Fusarium* infection in wheat caused 1% reduction in emergence; for *Helminthosporium* in barley 3 to 25 % seed-borne infection caused 1% decrease in emergence in the different years of the experiments. During development past the seedling stage the original injury as a rule decreased somewhat in case of *Fusarium* in wheat, and increased somewhat in case of *Helminthosporium* in barley.

Table 3 expresses the effect of the routine seed treatment with organic mercury. It is not always very favourable, and in 1957 it was even negative for barley in the emergence stage. During further development the effect becomes as a rule less favourable, or more unfavourable, so that in two of the six experiments the mercurial treatment resulted in an average decrease in plant weight. In the only year in which thiram was compared with organic mercury

the former substance caused a far greater increase in emergence and plant weight. This must be ascribed partly to a better protection by thiram after sowing weak seeds, partly by the phytotoxic effect of mercury. The importance of a strong protective activity is clearest in case of disease-free samples, for which the whole of the improvement in emergence caused by thiram treatment is due to protection (10 % in case of wheat, 4 % in case of barley).

In table 4 the injury caused by the diseases is compared with the beneficial effect of the treatments. For every experiment the first line indicates the injury done by the disease at the average infection level, the following line (or lines) indicate the effect of the seed treatment (treatments) at that infection level. Sometimes the injury is insufficiently redressed, sometimes there is an over-compensation. Here too thiram compares favourably with organic mercury.

Table 5 goes into the phytotoxic effect of mercurial treatment. The upper half of the table expresses the percentages of seed-borne infection at which the benefits and phytotoxic effect of the treatment were in equilibrium for each experiment, and the lower half reports the effect of the treatment on the field performance of disease-free seed. For disease-free seed the injury normally predominates. This is more clearly expressed in the figures for plant weight after ripening than in the figures for emergence. Apparently the compensation by excessive tillering after low emergence (caused either by disease or by phytotoxic injury) is often not sufficient and may even be negative. The latter possibility might be caused by many of the seedlings included in the emergence percentage not having full vigour. Consequently they contribute little to the yield, which might result in a progressive development of the effect.

These results indicate that the present routine treatment of cereal seed with organic mercury is far from being satisfactory and that further research on fungicide treatment of these seed species is needed. A good disinfection remains necessary, for wheat in relation with bunt (*Tilletia* spp.) and glume blotch (*Septoria nodorum*), for barley in relation with stripe and net blotch disease (*Helminthosporium gramineum*, *H. teres*). In addition, weakness of cereal seed seems to be prevalent whereas the mercurials offer insufficient protection. This might be corrected by adding thiram or another good protectant. When, however, it would be possible to replace the mercurial disinfectant by some substance (a fungicidal antibiotic?) with a good disinfecting value and without any phytotoxic effect, this would certainly result in a marked improvement of both emergence and yield).

LITERATUUR

- GORDON, W. L., - 1944. The occurrence of *Fusarium* spp. in Canada. I. Species of *Fusarium* isolated from samples of cereal seed in Manitoba. Can. J. Res. C 22: 282-286.
 GORDON, W. L., - 1952. The occurrence of *Fusarium* spp. in Canada. II. The prevalence and taxonomy of *Fusarium* spp. in cereal seed. Can. J. Bot. 30: 209-251.
 MEAD, H. W., - 1942. Host-parasite relationships in a seed-borne disease of barley caused by *Helminthosporium sativum* Pammel, King & Bakke. Can. J. Res. C 20: 501-523.
 MEAD, H. W., - 1942. Environmental relationships in a seedborne disease of barley caused by *Helminthosporium sativum* Pammel, King & Bakke. Can. J. Res. C 20: 525-538.
 MÜLLER, H., - 1956. Die Verbreitung von *Helminthosporium sativum* P., K. & B. in Bayern und seine Bedeutung als Krankheitserreger an Gerste und Weizen. Bayr. Landwirtsch. Jahrb. 33: 610-640.
 OSWALD, J. W., - 1949. Cultural variation, taxonomy and pathogenicity of *Fusarium* spp. as associated with cereal root rots. Phytopath. 39: 359-376.

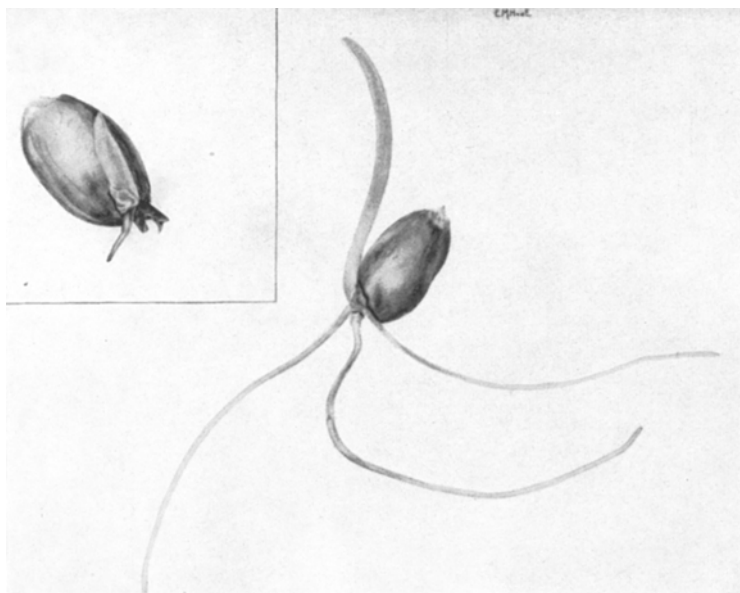


FIG. 1. *Fusarium* spec. op tarwe.
Fusarium spec. on wheat.



FIG. 2. *Helminthosporium sativum*
 op gerst.
Helminthosporium sativum
 on barley.