

150 200721

# Beschadiging aan tuinbouwgewassen door fabrieksdampen

## Beschadiging aan tuinbouwgewassen door fabrieksdampen

In oktober 1952 merkte prof. dr. F. W. Went uit Pasadena (U.S.A.) in de omgeving van Vlaardingen een beschadiging aan druivebladeren op, die hij op grond van in Amerika opgedane ervaringen toeschreef aan aantasting door fluorwaterstof. Ook andere tuinbouwgewassen vertoonden beschadigingsverschijnselen, die echter niet direct geïdentificeerd konden worden. Prof. Went adviseerde een oriënterend onderzoek in te stellen naar het voorkomen van fluorwaterstof met behulp van enkele veldjes wit-bloeiende gladiolen. Deze zijn namelijk zeer gevoelig voor het genoemde gas.

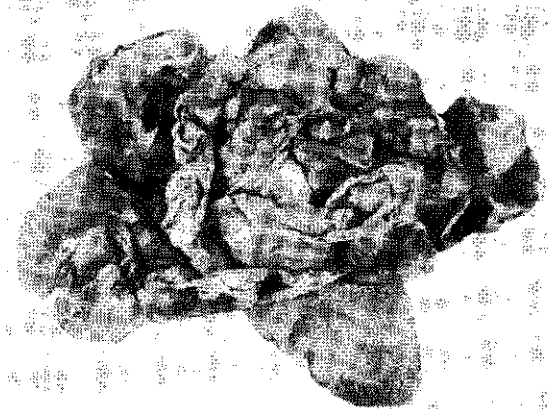
In het voorjaar van 1953 trad in de omgeving van Rotterdam-Kralingseveer plotseling een onbekende beschadiging op bij oogstbare sla onder glas. Een monster van deze sla werd, op ons verzoek, door de Keuringsdienst voor Waren te Rotterdam op fluor onderzocht. De beschadigde planten hadden een hoger fluorgehalte dan de niet beschadigde.

Naar aanleiding van deze verschijnselen werden in glazen kooien begassingsproeven met fluorwaterstof (HF) uitgevoerd met het doel het fluorbeschadigingsbeeld bij planten vast te leggen.

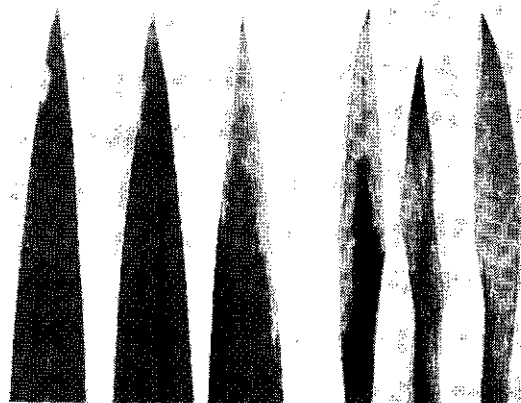
Voorts werden in de jaren 1953 t/m 1957 gladiolenproefveldjes aangelegd in de omgeving van Rotterdam en Vlaardingen.

### Laboratoriumproeven

De proeven werden uitgevoerd met in potten gekweekte sla-, gladiole- en perzikkruidplanten (*Polygonum persicaria*). Perzikkruid werd in de proef betrokken, omdat het opgevallen was dat dit onkruid in het gebied waar zich gasschade voordeed, typische verbrandingsverschijnselen vertoonde. De te behandelen planten werden in met vaseline ingevette glazen kooien van ca. 0,5 m<sup>3</sup> inhoud geplaatst. In deze kooien bevond zich een elektrisch kookplaatje, waarop een porseleinen bakje was gezet. In dit bakje werden enkele druppels van een 70% HF oplossing (s.g. 1,25) gebracht, die na voorzichtige verwarming verdampen. Werden zes druppels HF oplossing gebruikt, dan vertoonden sla en gladiolen (Sneeuwprinces), na twee uur in de begassingsruimte te zijn geweest, twee dagen na de proef verbrandingsverschijnselen. Het verbrandingsbeeld bij sla geleek sprekend op de in de praktijk waargenomen beschadiging. De aantasting van sla was het ernstigst, als bijna oogstbare planten werden begast. Jongere planten bleken aanmerkelijk minder gevoelig te zijn. Bij perzikkruid kon alleen binnen twee dagen schade worden opgeroepen, als meer HF werd gebruikt. Ook hier vertoon-

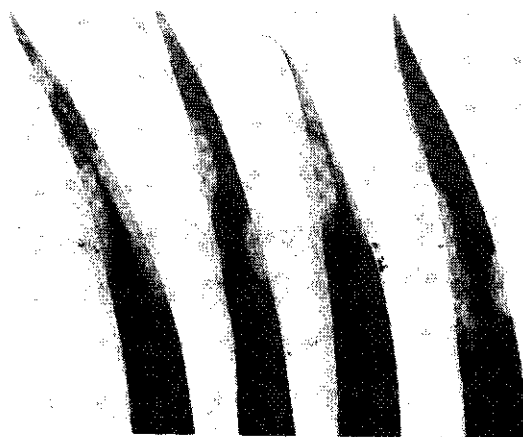


1. Door HF beschadigde sla



2. Gladiool, kunstmatig begast met opklimmende hoeveelheden HF

3. Fluorbeschadiging bij fresia's



de het verbrandingsbeeld veel overeenkomst met het te velde waargenomen.

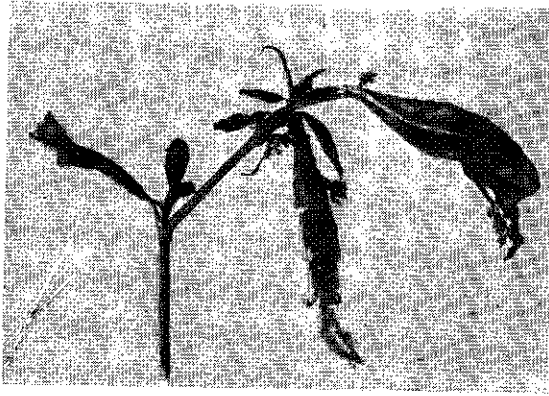
Voorts werd vastgesteld, dat bij toediening van meer HF dan in het voorgaande is genoemd, korter na de begassing schade optrad. Minder HF had tot gevolg dat minder schade optrad en ook dat het langer duurde, in sommige gevallen 3 à 4 dagen, voor de schade waarneembaar was.

Ook werden kleine hoeveelheden van een papje, bestaande uit calciumfluoride (overmaat) en verdund zwavelzuur, voorzichtig in een loden bakje verhit. Het geheel was weer geplaatst in de glazen kooien. Nu werden gladiolen (Red giant) en ook enkele fresia's (Buttercup) gebruikt. Bij de gladiool trad weer bladverbranding op. De fresia's bleken ongeveer even gevoelig te zijn als de gladiolen en vertoonden een soortgelijke verbranding.

De bij de proeven gevonden schadebeelden kunnen als volgt worden omschreven:

*Sla.* Aan de volgroeide bladeren ontstaat eerst een waterig, nog groen gekleurd randje. Dit stadium valt alleen bij nauwkeurig waarnemen op. In de praktijk merkte men dit eerste teken nimmer op. Later wordt een vrij brede rand van het blad lichtbruin, die tenslotte afsterft. Ook ontstaan vaak lichtbruine vlekken in het weefsel tussen de nerven (figuur 1). Bijna oogstbare planten zijn het gevoeligst.

*Gladiool.* Na begassing lijkt het of de rand van het blad en de bladtop wat indrogen; daarna treden dofgroene tinten op, die vervolgens in groen-grijs en nog later in vuilgrijs of bruin overgaan. Bij zware beschadiging treden spoedig wit-grijze verkleuringen op; bij lichtere aantasting kan men vaak op één blad zones met bruine, grijze en wit-grijze kleuren onderscheiden (figuur 2). De juist volgroeide bladeren blijken steeds het snelst te worden beschadigd. Jonge en oudere bladeren zijn minder gevoelig. Ook de schutblaadjes van de bloem kunnen beschadigd worden. Bij lichte verbranding ver-



4. Door fabrieksgassen beschadigd perzikkruid

toont het schadebeeld veel overeenkomst met een bij gladiolen voorkomende afwijking, bekend onder de naam 'vuur'.

*Fresia*. De verbrandingsverschijnselen zijn gelijk aan die van de gladiool. Ook hier geven 'vuur' en gasschade bij lichte aantasting overeenkomstige beelden (figuur 3).

*Perzikkruid*. De bladranden van dit onkruid worden bruin en sterven af. Soms gaat de afsterving tussen de nerven verder. De afgestorven bladrand wordt afgestoten (figuur 4).

Bij chemische analyse van kunstmatig beschadigd weefsel werd hierin een hoger fluorgehalte gevonden dan in het onbeschadigde weefsel van dezelfde planten. De volgende cijfers geven daarvan een in-

	F in d.p.m. droge stof	
	niet verbrand weefsel	verbrand weefsel
A	15	320
B	18	880
C	170	1330

druk, A en B hebben betrekking op sla, begast in een glazen kooi van 0,5 m<sup>3</sup> door verdamping van 10 druppels 70% HF, s.g. 1,25. Bij C werd sla met een dubbele hoeveelheid HF behandeld (zie tabel). Daines [4] deelt mee, dat planten niet alleen fluor uit de lucht, maar ook uit de bodem kunnen opnemen. De beschadigingssymptomen zijn in beide gevallen gelijk. Bij enkele proefjes, die door ons zijn genomen, werd dit verschijnsel ook opgemerkt. In potten gekweekte gladiolen, begoten met een oplossing van 20 ml 0,1% NaF, vertoonden na vijf dagen verbrandingsverschijnselen aan de bladpunten.

Lagere concentraties NaF gaven geen schade, hogere concentraties gaven zwaardere schade. Oplosbaar fluor wordt echter in de grond snel in onoplosbare verbindingen, CaF<sub>2</sub> of MgF<sub>2</sub>, omgezet, zodat de kans op overmatige overneming uit de grond slechts klein is. Proeven van Bredemann [3], die grond kunstmatig met oplosbare en onoplosbare fluorverbindingen verrijkte, wezen uit dat de opneming van dit element uit de grond niet van betekenis is, als het in de praktijk om fluorschade gaat.

Uit het feit, dat (bij voorbeeld bij gladiolen) aan de grond toegediend fluor beschadiging aan de bladpunten geeft, blijkt dat fluor zich door de plant kan verplaatsen. Het hoeft niet op de plaats waar het de plant binnendringt de weefsels te beschadigen; het kan dit op enige afstand hiervan doen. Dit zou volgens Bobrov [2] een typisch verschilpunt zijn tussen de schade, veroorzaakt door zogenaamd 'smog' en andere luchtverontreinigende produkten, waaronder HF. De fytotoxische bestanddelen van smog zouden niet in de plant verplaatst kunnen worden; zij zouden alleen op de plaats van het binnendringen schade kunnen geven.

Volgens Reckendorfer [11] ontstaan de fluorvergiftigingsverschijnselen doordat fluor de organische bestanddelen van de cel, met name de chloroplasten, aantast. Dit heeft chlorose en tenslotte veelal afsterving van het weefsel tot gevolg. In de cel aan-

wezig calcium kan fluor blokkeren doordat slecht oplosbaar  $\text{CaF}_2$  wordt gevormd. Miller en anderen [9] vermelden dat kalkbespuiting van het blad de gevoeligheid voor fluorschade kan verminderen. Miller [10] beschrijft ook hoe met behulp van in kalk gedrenkt filtreerpapier het fluorgehalte van de lucht kan worden gemeten. Bij praktijkwaarnemingen in een gebied waar fluor in de lucht voorkomt, vond hij een positieve correlatie tussen het fluorgehalte van dit papier en het desbetreffende gehalte in gladiolebladeren. Donald [6] vond een positieve correlatie tussen fluorgehalte in de atmosfeer en de mate van beschadiging van gladiolebladeren.

### Proeven met $\text{SO}_2$

Daar aanvankelijk de mogelijkheid niet uitgesloten geacht werd, dat de in de praktijk waargenomen schade door uit rookgassen afkomstig  $\text{SO}_2$  zou zijn veroorzaakt, zijn bij sla en gladiool ook enkele begassingsproeven met  $\text{SO}_2$  uitgevoerd.

In potten gekweekte sla- en gladioleplanten werden in de eerder genoemde glazen kooien geplaatst en in deze ruimte werd een hoeveelheid zwavel verbrand. Bij sla werd verbranding van de bladrand, soms ook van het hele blad, waargenomen. Het verbrande weefsel werd wit van kleur. Het beschadigingsbeeld vertoonde geen overeenkomst met de in de praktijk gesignaleerde schade, maar vertoonde wel gelijkenis met soms in de praktijk waargenomen verbranding van sla, die op kan treden als een naburige kas door verbranding van zwavel wordt ontsmet. De beschadiging was duidelijk te onderscheiden van de kunstmatig verwekte fluorschade bij sla.

De gladiolen gaven met  $\text{SO}_2$  een verbrandingsbeeld dat vrij veel overeenkomst vertoonde met het fluorbeeld. De indruk bestond dat bij  $\text{SO}_2$  over het algemeen eerder en vaker witte verkleuringen optraden.

Zimmerman e.a. [13] toetsten vele gewassen op hun gevoeligheid voor HF en  $\text{SO}_2$ . Ze menen aan

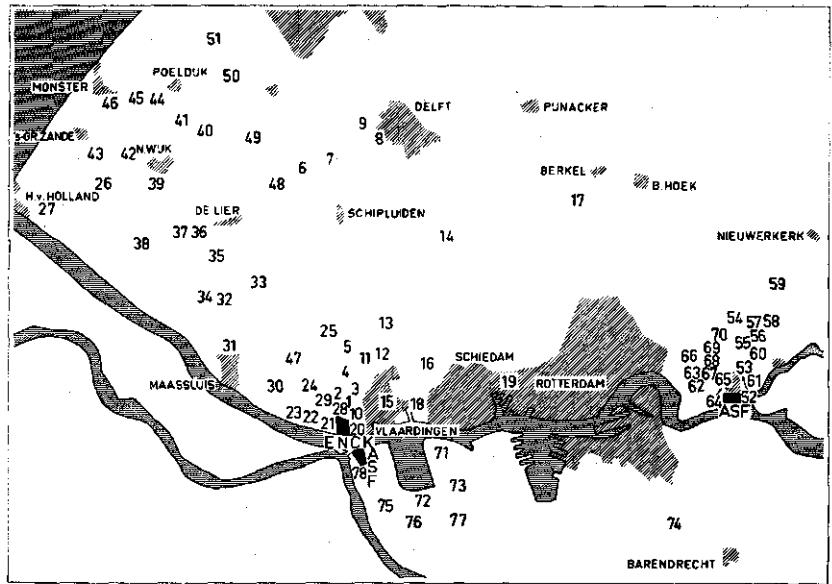
de hand van de plantesoorten die beschadigd zijn, te kunnen uitmaken of men bij gasschade met  $\text{SO}_2$  dan wel met HF te doen heeft. Paardebloem, zwarte nachtschade en tomaat zouden gevoelig zijn voor  $\text{SO}_2$  en belangrijk minder gevoelig voor HF, terwijl tulp en gladiool snel beschadigd worden door HF en niet zo gevoelig zijn voor  $\text{SO}_2$ . Benedict [1] onderzocht de gevoeligheid van verschillende onkruiden voor schadelijke gassen en meent dat men bij gasschade het schadelijke gas kan determineren met door hem opgestelde 'gevoeligheidstabellen'.

Waarnemingen aan onkruiden, door ons na 'gasaanvallen' in de praktijk gedaan, leverden weinig houvast. Het enige dat opviel was dat perzikkruid na deze 'aanvallen' meestal beschadigd was. De beschadiging aan druivebladeren, die prof. Went als fluorschade herkende, werd in de praktijk vaak waargenomen; hieruit zou men kunnen afleiden dat de druif tamelijk gevoelig voor HF is. Eenmaal viel ons op, dat in een warenhuis waar druiven 'fluorschade' hadden, de tomaten geen verbranding vertoonden. Mede op grond van Zimmermans waarneming [13], dat tomaten gevoelig zijn voor  $\text{SO}_2$  en minder gevoelig voor HF, wijst de praktijk schade dus in de richting van HF met uitsluiting van  $\text{SO}_2$ .

### Onderzoek met behulp van gladiolenveldjes

In de literatuur vindt men dat fluor als luchtverontreiniging meestal in de lucht gebracht wordt door staal-, aluminium-, emaille- of superfosfaatfabrieken. Aangezien zich zowel te Vlaardingen als te Rotterdam-Kralingseveer superfosfaatfabrieken bevinden in de buurt van in de praktijk waargenomen beschadigingen, werden op verschillende afstanden en in verschillende windrichtingen van deze industrieën veldjes met enkele tientallen gladiolen gepoot. Ter hoogte van Vlaardingen bevindt zich zowel op de zuidelijke als op de noordelijke oever van het Scheur een fosfaatfabriek. Het was met het oog op de aanwezigheid van deze twee fabrieken,

De positie van de gladiolenveldjes ten opzichte van de industrieën



dat in de omgeving van Vlaardingen en Barendrecht gladiolenveldjes zijn aangelegd. Slechts ter aanduiding van de plaats zijn in de hierna afgedrukte tabellen van de Vlaardingse veldjes de afstanden ten opzichte van de op de noordelijke oever gelegen fabriek aangegeven en van de Barendrechtse veldjes de afstanden ten opzichte van de fosfaatfabriek op de zuidelijke oever. Deze proefopzet impliceert uit de aard der zaak niet, dat in de betrokken gebieden slechts superfosfaatfabrieken fluor in de lucht zouden kunnen brengen. De gladiolen werden aan de hand van het bekende fluor-schadebeeld regelmatig op schade gecontroleerd. De mate van aantasting werd getaxeerd en beoordeeld volgens een schaal lopend van 0 tot 10 ('0' is geen schade, '10' is zeer zware schade, waarbij de hele plant bruin of witachtig verkleurd is). Zodra de planten op verschillende veldjes normale afstervingsverschijnselen vertoonden, werden de gladiolen gerooid en werd een eindtaxatiecijfer voor beschadiging gegeven. Vervolgens werd de plant van de bloemstengel ontdaan en werden de bladeren in hun geheel gedroogd en gemalen. Was er voldoende materiaal, dan werd dit door de Keu-

ringsdienst van Waren te Rotterdam of door de afdeling Gezondheidstechniek T.N.O. te Den Haag op fluor onderzocht. Sommige dicht bij elkaar gelegen veldjes zijn, wat de analyse betreft, als één veldje beschouwd; hierdoor en ook doordat sommige oorspronkelijk geplante veldjes verloren gingen, ontstonden hiaten in de nummering (zie tabel). Werden van één monster bepalingen in duplo verricht, dan werd het gemiddelde van de analysecijfers aangehouden. In een enkel geval is bruin en groen weefsel afzonderlijk gedroogd en geanalyseerd. Vrijwel alle cijfers hebben betrekking op het ras Sneeuwprinces. Slechts in Barendrecht zijn gladiolen van het ras Leeuwenhorst gebruikt. Bij de gladiolen komen ook afstervingsverschijnselen voor aan bladrand en bladpunt als gevolg van waterhuishoudingsmoeilijkheden of andere stoornissen in de plant. De hier bedoelde afwijkingen zijn moeilijk van fluorschade te onderscheiden. Bij de schadetaxatie is hiermede rekening gehouden. Indien vermoed werd dat de schade niet het gevolg was van fluoraantasting, ontvingen de planten toch een laag taxatiecijfer. Vergist men zich bij het stellen van de diagnose, hetgeen in 1957 waarschijnlijk

**Vlaardingen**

a	b	c	1953		1954		1955		1956		1957	
			d	e	d	e	d	e	d	e	d	e
1	750	N	9	180	-	-	6	115	7	26,3	10	14,4
2	1 000	N	-	-	8	23	-	-	-	-	-	-
3	1 200	N	9	132	4	-	4	40,5	3	21,2	4	11,5
4	2 000	N	-	-	10	117	4	28	4	-	5	11,2
5	3 250	N	-	-	4	23	4	19,4	1	11,0	2	6,3
6	10 000	N	-	-	-	-	-	-	-	-	1	32,8
7	11 000	N	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11,7
8	12 000	N	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4,6
9	13 000	N	-	-	-	-	-	-	-	-	1	14,9
10	500	NNO	-	-	-	-	9	157	7	69	-	-
11	2 000	NNO	-	-	4	-	3	34,2	3	15,7	3	-
12	3 000	NNO	-	-	5	36	3	60,5	4	24,6	-	-
13	4 250	NNO	-	-	4	-	2	25,7	3	14,2	2	21,6
14	8 500	NNO	-	-	-	-	-	-	-	-	2	29,3
15	2 250	NO	-	-	6	85,4	-	-	-	-	-	-
16	4 000	NO	-	-	-	54,0	3	45,9	3	30,1	3	20,4
17	12 500	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	2	31,3
18	3 000	ONO	-	-	5	153	3	55	5	35,1	4	51,9
19	7 000	ONO	-	-	-	-	-	-	-	-	2	18,1
20	500	OZO	-	-	10	957	8	312	8	331	-	-
21	1 000	W	-	-	3	-	5	87,2	3	16,1	5	18,8
22	1 500	W	-	-	1	-	3	30,5	2	13,0	-	-
23	2 000	W	-	-	-	-	4	20,7	2	10,5	3	13,2
24	2 000	WNW	-	-	-	-	3	-	1	12,2	2	3,2
25	4 500	WNW	-	-	2	-	2	11,4	2	5,6	-	-
28	500	NW	-	-	-	-	5	60	3	23,1	4	22,9
29	1 500	NW	-	-	-	-	3	44,2	2	12,6	-	-
30	3 000	NW	-	-	3	-	-	-	2	4,1	-	-
31	4 500	NW	-	-	0	-	1	5,4	1	7,9	-	-
32	6 000	NW	0	65,7	-	-	-	-	-	-	5	7,7
33	6 500	NW	0	-	-	-	-	-	-	-	2	5,3
34	7 000	NW	0	-	-	-	-	-	-	-	0	7,2
35	9 000	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8,5
36	10 500	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2,4
37	11 000	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10,2
38	12 000	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,7
39	13 500	NW	0	-	0	10	0	12,7	0	9,1	2	18,6
40	14 000	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13,9
41	14 500	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2,4
42	15 000	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11,7
43	15 500	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	2	14,8
44	16 000	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10,6
45	16 500	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20,4
46	17 500	NW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6,6
47	3 000	NNW	2	41,7	3	25,3	3	15,9	1	5,3	-	-
48	10 500	NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	40,9
49	13 500	NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9,9
50	15 000	NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9,6
51	18 000	NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6,3

a = nummer van het betreffende veldje op de overzichtskaart.

b = afstand in meters van het veldje t.o.v. de superfosfaatfabriek op de noordelijke oever van het Scheur ter hoogte van Vlaardingen.

c = windrichting t.o.v. de superfosfaatfabriek op de noordelijke oever van het Scheur ter hoogte van Vlaardingen.

d = eindtaxatiecijfer voor beschadiging.

e = fluor in d.p.m. van de droge stof.

Rotterdam

a	b	c	1953		1954		1955		1956		1957	
			d	e	d	e	d	e	d	e	d	e
52	200	N	-	-	-	-	3	20	3	41,4	4	22,9
53	1 250	N	-	-	7	54	2	15,3	3	9,9	2	12,7
54	3 250	N	-	-	-	-	4	-	2	20,4	2	18,0
55	2 215	NNO	-	-	1	55	3	12	2	11,3	2	11
56	2 500	NNO	-	-	6	-	2	-	3	15,0	3	16,4
57	3 000	NNO	-	-	-	-	-	-	-	-	2	24,0
58	3 500	NNO	0	-	4	48,5	2	16,2	2	19,9	3	18,1
59	4 250	NNO	-	-	4	-	2	13	1	19,4	1	33,6
60	2 000	ONO	0	22,7	4	24	3	17,7	2	16,5	4	18,5
61	1 000	O	-	-	7	-	2	9,4	2	5,6	3	13,7
19	{ 8 500	W	-	-	-	-	3	9,3	3	28,8	2	18,1
	{ 8 500	W	-	-	-	-	5	13,3	3	21,2	-	-
62	1 500	WNW	-	-	7	-	4	-	2	15,6	3	25,2
63	2 500	WNW	-	-	6	46,7	8	38,2	1	5,8	-	-
64	200	NW	-	-	-	-	4	35,3	4	46,1	2	19,0
65	1 000	NW	-	-	-	-	6	59,5	3	28,5	-	-
66	{ 1 500	NW	0	28,6	-	-	-	-	-	-	4	18,1
	{ 2 000	NW	-	-	5	32	5	-	3	19,5	5	18,5
14	14 000	NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	2	29,3
67	1 000	NNW	1	-	-	-	5	-	3	18,8	5	14,3
68	1 500	NNW	-	-	3	-	5	-	2	26,0	dood	17,2
69	2 000	NNW	-	-	4	36	5	25,9	3	12,6	2	7,3
70	3 000	NNW	0	-	7	-	2	16,4	3	18,8	2	6,2
17	10 500	NNW	-	-	-	-	-	-	-	-	2	31,3
<b>'s-Gravenzande</b>												
26	17 500	WNW	-	-	0	8	0	10	-	-	0	29,4
<b>Hoek van Holland</b>												
27	17 500	WNW	-	-	-	7	0	9,6	-	-	-	-
<b>Barendrecht</b>												
71	3 500	O	-	-	5	37	-	-	-	-	-	-
72	3 000	OZO	-	-	4	34,7	-	-	-	-	-	-
73	4 000	OZO	-	-	3	41,2	-	-	-	-	-	-
74	13 000	OZO	-	-	0	21	-	-	-	-	-	-
75	3 000	ZZO	-	-	5	30	-	-	-	-	-	-
76	3 500	ZZO	-	-	4	46,4	-	-	-	-	-	-
77	5 200	ZZO	-	-	2	12	-	-	-	-	-	-
78	750	Z	-	-	6	30	-	-	-	-	-	-

a = nummer van het betreffende veldje op de overzichtskaart.

b = afstand in meters van het veldje t.o.v. superfosfaatfabriek te Kralingseveer.

c = windrichting t.o.v. superfosfaatfabriek te Kralingseveer.

d = eindtaxatiecijfer voor beschadiging.

e = fluor in d.p.m. van de droge stof.

Bij de veldjes te 's-Gravenzande en Hoek van Holland is de afstand en windrichting opgegeven ten opzichte van de superfosfaatfabriek gelegen op de noordelijke oever van het Scheur ter hoogte van Vlaardingen.

Bij de Barendrechtse cijfers is afstand en windrichting gemeten ten opzichte van de superfosfaatfabriek op de zuidelijke oever van het Scheur ter hoogte van Vlaardingen.

De nummers 19 en 66 hebben ieder betrekking op twee verschillende veldjes.



het geval is geweest, dan kan dit dus tot gevolg hebben dat een hoog taxatiecijfer gepaard gaat met een laag fluorgehalte of omgekeerd.

De gevonden cijfers zijn bijeengebracht in de tabellen 1 en 2.

De gegevens zijn door het centrum voor Landbouwwiskunde te Wageningen wiskundig verwerkt. Het jaar 1953 is wegens het geringe aantal waarnemingen buiten beschouwing gelaten. Nagegaan werd:

### 1. Bestaat er correlatie tussen schadetaxatiecijfer en fluorgehalte?

Het bleek dat er in de jaren 1954, 1955 en 1956 een wezenlijk positieve correlatie tussen fluorgehalte en taxatiecijfer bestond. In 1957 was geen aantoonbare correlatie aanwezig.

Een hoeveelheid fluor van omstreeks 10 d.p.m. in de droge stof is voor gladiolen in het algemeen niet schadelijk. Johnson [8] vond bij onbeschadigde gladiolen, afkomstig uit een streek waar geen fluor in de lucht voorkwam, en bij begassingsproeven onbeschadigd gebleven gladiolen een fluorgehalte, variërend van 2 tot 8 d.p.m. Matig tot ernstig beschadigde gladiolen uit een gebied waar fluor in de lucht voorkwam, bleken 39 tot 119 d.p.m. fluor in de droge stof te bevatten. Enig voorbehoud moet bij het hanteren van de maatstaf, 10 d.p.m. is normaal, echter wel gemaakt worden.

Bezien we het cijfermateriaal dan valt op, dat de analysecijfers gemiddeld aanmerkelijk boven normaal liggen. Hieruit mag dan de conclusie getrokken worden, dat in de omgeving van Rotterdam en Vlaardingen meer dan de gewone hoeveelheid fluor in de lucht voorkomt.

### 2. Verandert het fluorgehalte in de loop der jaren?

Worden alle waarnemingen samengenomen, dan blijkt dat in de jaren 1954, 1955 en 1956 het fluorgehalte statistisch duidelijk daalde. In 1957 was daling niet aantoonbaar. Worden de Vlaardingse en Rotterdamse waarnemingen afzonderlijk be-

schouwd, dan blijkt dat in Vlaardingen tussen 1954 en 1955 geen, tussen 1955 en 1956 wel en tussen 1956 en 1957 weer geen betrouwbare daling valt waar te nemen. In Rotterdam was het verschil tussen 1954 en 1955 statistisch duidelijk, terwijl tussen 1955 en 1956 en tussen 1956 en 1957 geen verschil kon worden vastgesteld.

Men krijgt de indruk dat in 1954 de fabrieken te Rotterdam en in 1955 de fabrieken te Vlaardingen effectieve maatregelen troffen om de hoeveelheid in de lucht gebracht fluor te beperken. Met name bij de Vlaardingse cijfers (zie de volgende tabel) valt het op dat daar, waar vier jaar op dezelfde plaats een veldje kon worden aangelegd en tevens een fluor-analyse werd gedaan, het fluorgehalte duidelijk daalt.

### 3. Is er verband tussen windstreek, afstand en fluorgehalte?

Voor 1956 is nagegaan of het fluorgehalte wezenlijk daalt met de afstand. Om een voldoende aantal waarnemingen te krijgen, zijn de noordelijke windstreken gecombineerd (NNW, N, NNO). Hierbij bleek dat een zwak afstandseffect mag worden aangekomen. Het was wegens een te gering aantal waarnemingen niet mogelijk een aparte berekening van het afstandseffect voor Rotterdam en Vlaardingen uit te voeren.

De luchtverontreinigingen moeten vooral bij zuidelijke of oostelijke wind teweeggebracht zijn. Zuidelijke en oostelijke wind plegen vaak gepaard te gaan met een rustig weertype, waarbij de geringe roering in de lucht luchtverontreinigingen in de hand kan

	1953	1954	1955	1956	1957
750 N	180	—	115	26,3	14,4
1200 N	132	—	40,5	21,2	11,5
3250 N	—	23	19,4	11,0	9,8
4000 NO	—	54	45,9	30,1	20,4
3250 ONO	41,7	153	55	35,1	51,9
3000 NNW	—	25,3	15,9	5,3	—

werken. De verontreinigende produkten kunnen dan ten noorden of ten westen van de fabrieken neerdalen. Hiermede in overeenstemming is ook dat men in het Westland veelal bij zuidoostelijke wind een typische geur kan waarnemen, die afkomstig zou kunnen zijn van de Vlaardingse fabrieken. Schadegevallen in de praktijk traden steeds op na een of meer dagen met zuidoostelijke wind; vaak is enkele dagen voor het optreden van de schade de genoemde typische geur waargenomen.

#### Afzonderlijke analyse van verbrand en niet verbrand weefsel

De resultaten van een analyse van enkele gladioolbladmonsters in 1954, waarbij verbrand en niet verbrand weefsel van dezelfde planten afzonderlijk werd onderzocht, zijn als volgt:

Plaats	Taxatiecijfer	F in d.p.m. in de droge stof		
		groen	bruin	
Vlaardingen	2000 W	2	14,5	29
Vlaardingen	2000 WNW	2	48	127
Vlaardingen	500 NW	5	14,5	25
Rotterdam	4250 NNW	5	7	15
Barendrecht	3700 ZZO	3	6	13

In alle gevallen bevat het bruine weefsel meer fluor dan het onbeschadigde blad; het bewijst dat fluor inderdaad de oorzaak van de verbranding is. Het valt op dat de beide Rotterdamse monsters, die toch duidelijk aangetast zijn, ook in het verbrande weefsel maar betrekkelijk weinig fluor bevatten en dat bij Vlaardingen 2 000 WNW het groene weefsel ongeveer driemaal zoveel fluor bevat als het verbrande weefsel van de Rotterdamse planten. Het verschijnsel dat vrij grote individuele verschillen in gevoeligheid voor fluor tussen planten van dezelfde soort kan optreden, werd ook door Recendorfer [11] opgemerkt. Hij meent dat er verband bestaat met de hoeveelheid in de plant aan-

wezig calcium. Is veel Ca aanwezig, dan kan veel fluor worden geblokkeerd; de plant is dan minder gevoelig. Is weinig Ca aanwezig, dan kan slechts weinig fluor worden vastgelegd; dit betekent dat de plant gevoeliger is en dus bij geringe fluor-opname reeds beschadigingssymptomen kan vertonen. De grote gevoeligheid in de omgeving van Rotterdam, welke ook reeds opgevallen was bij slaplanten, houdt wellicht verband met de grondsoort, een nogal zure veengrond, waaruit waarschijnlijk niet veel calcium kan worden opgenomen.

De aanwezigheid van betrekkelijk hoge fluorgehalten in onbeschadigde bladdelen op betrekkelijk korte afstand van de fabriek kan verband houden met het min of meer regelmatig bloot staan van 'kleinere gasaanvallen', die elk afzonderlijk niet tot weefselbeschadiging leiden, mede omdat telkens weer nieuw calcium aanwezig is om de fluor te binden. Het is bekend dat voortdurend calcium aan het blad wordt toegevoerd om de bij de stofwisseling gevormde organische zuren te binden, zodat het calciumgehalte in het oudere blad tenslotte hoge waarden kan bereiken. De eenmaal opgenomen fluor blijft aanwezig, zodat ook hiervan tenslotte belangrijke hoeveelheden zullen kunnen worden gevonden bij een herhaalde blootstelling aan de inwerking van fluorwaterstofgas.

#### Schadegevallen in de praktijk

Vóór 1953 was het enkele malen opgevallen, dat in het najaar na een periode van mist of motregen sommige gewassen onbekende beschadigingen vertoonden. Uit het aangetaste materiaal kon men geen ziekteverwekker isoleren. Waarschijnlijk werden vele van deze beschadigingen dan ook door gassen veroorzaakt. Enkele gevallen van gasschade in en na 1953 worden hier uiterst kort beschreven. In het voorjaar van 1953 trad te Rotterdam-Kralingseveer tot op ongeveer 4 km ten NNO van een daar gelegen superfosfaatfabriek een beschadiging bij bijna oogstbare sla onder glas op. Enkele dagen

voor de beschadiging was de wind ZZW, wat gepaard ging met lichte regen. Twee tuinders die te Vlaardingen onder de rook van de fosfaatfabrieken woonden, vonden herhaaldelijk matige tot ernstige verbrandingsverschijnselen bij hun gewassen buiten en onder glas.

In het najaar van 1954 trad te Vlaardingen bij spruiten een beschadiging op, waarbij de bladranden grijs tot vuilwit verkleurden. Zowel bij sla als bij spruiten toonden analyses aan, dat de beschadiging was veroorzaakt door fluor.

In oktober 1956 werd na een periode van windstil weer, die gevolgd werd door een periode met zuidoostelijke wind en mist, in een strook van het Westland ten noordwesten van Vlaardingen op vele plaatsen bladverbranding bij *fresia*'s waargenomen. Fluoranalyses van pl.m. 10 cm lange bladtoppen leverden de volgende gegevens:

Herkomst	Ras	Beschadiging	D.p.m.F/ droge stof
<i>Fresia onder glas</i>			
De Lier	zaaigeel	zeer ernstig	40
Kwintsheul	zaaigeel	ernstig	15
Loosduinen	Bloesem	zeer licht	3
De Lier	Buttercup	matig	38
Kwintsheul	Buttercup	zeer licht	19
De Lier	Snow Queen	licht	26
Honselersdijk	Snow Queen	zeer licht	27
Naaldwijk	Snow Queen	onbeschadigd	14
<i>Fresia in de open grond</i>			
Naaldwijk	Pr. Marijke	onbeschadigd	7

Mate van beschadiging en fluorgehalte blijken samen te hangen. Dit komt het duidelijkst tot uiting wanneer men de cijfers van elk ras apart bekijkt. De aantasting zal dan ook aan fluor moeten worden toegeschreven. De lichte verbranding te Loosduinen leek op het fluorschadebeeld, maar heeft wellicht een andere oorzaak.

In november 1958 deed zich na enkele dagen mis-

tig weer met oostelijke tot zuidoostelijke wind in een brede strook langs de Nieuwe Waterweg een 'gasaanval' voor. Dicht bij Vlaardingen, waar de strook smal was, waren veel gewassen aangetast; op grotere afstand van Vlaardingen werd de strook breder; daar was de schade minder algemeen. De aantasting betrof druiven, peterselie, selderij, spinazie, anemonen en chrysanten onder glas. Appels, peren, boerenkool, klaver en diverse onkruiden vertoonden eveneens verbrandingsverschijnselen. Het schadepatroon bestond veelal uit verbranding langs de bladrand; soms ook waren de bladeren, zoals bij appels en peren, helemaal verbrand. Uit onderzoek van beschadigde druivebladeren bleek, dat de schade moet worden toegeschreven aan fluor en niet aan SO<sub>2</sub>.

Tenslotte werd in het najaar van 1959 op verschillende bedrijven in de omgeving van Maasland en Maasdijk (gemeente Naaldwijk) verbranding bij *fresia*'s waargenomen. In één geval vertoonden druivebladeren voor de luchtramen op het zuidoosten typische fluorbeschadigingsverschijnselen. Aan de verbranding is mistig weer met een zwakke zuidoostelijke wind voorafgegaan. Op dit tijdstip werden zowel te Naaldwijk als in Maasland kwalijke geuren waargenomen in het kader van de stankwaarnemingen, die uitgaan van de Commissie Verontreiniging Bodem, Water, Lucht te Rotterdam. Enkele monsters *fresia*bladeren (10 cm lange bladtoppen) zijn op fluor onderzocht. Het fluorgehalte bleek groter, naarmate de planten op kortere afstand tot Vlaardingen hadden gestaan. De Maaslandse planten stonden het dichtsbij, de Naaldwijkse het verst van Vlaardingen.

#### Weersomstandigheden waaronder gasschade optreedt

Bij in de praktijk waargenomen gasschade ontstonden de moeilijkheden steeds na karakteristieke weersomstandigheden. Windstil weer gevolgd door een periode met mist of motregen vormen 'ideale'

Herkomst	Ras	Buiten of onder glas	Beschadiging	D.p.m. F/droge stof
<i>1959</i>				
Maasland	zaaigeel	buiten	matig	17
Maasland	Golden Yellow	buiten	ernstig	36
Maasland	Golden Yellow	onder glas	ernstig	36,5
Maasdijk	Golden Yellow	onder glas	matig	20,5
Proefstation Naaldwijk	Golden Yellow	onder glas	matig	12
Proefstation Naaldwijk	Golden Yellow	buiten	matig	23
<i>1956</i>				
Proefstation Naaldwijk	Pr. Marijke	buiten	onbeschadigd	7

omstandigheden voor het optreden van het verschijnsel. Dey [5] beschrijft hoe verontreinigde lucht bij temperatuurinversie door het ontbreken van verticale luchtbeweging in de onderste lagen van de atmosfeer kan blijven hangen. Wat de schade in de omgeving van Vlaardingen en Rotterdam betreft, moeten we ons voorstellen dat bij de hierboven genoemde karakteristieke weersomstandigheden inversies optreden. Hierdoor wordt het mogelijk dat fluorverbindingen, afkomstig van industrieën die fluorhoudende grondstoffen verwerken, in de mistdruppeltjes oplossen. Bij windstil weer kan de concentratie dan abnormaal hoog worden. Drijft daarna een zwakke wind deze met schadelijke stoffen bezwangerde lucht in een zodanige richting dat een en ander neerdaalt in een tuinbouwgebied, dan kan schade ontstaan.

Groenveld [7] vermeldt dat in kommen en dalen in heuvelachtig terrein van Noord-Amerika veelvuldig inversies optreden. Er ontstaan dan voor mens, dier en plant zeer gevaarlijke situaties, doordat giftige afvalprodukten van de industrieën blij-

ven hangen. In het vlakke en winderige Zuidhollandse landschap doen zich deze kritieke omstandigheden weinig voor. De praktijk leert, dat de kans in de herfstmaanden het grootst is. Dit is een gunstige omstandigheid omdat juist in dit jaargetijde de meeste produkten reeds geoogst zijn. Het neemt echter niet weg dat in de glastuinbouw ook in deze tijd van het jaar nog diverse produkten schade zouden kunnen oplopen.

Overigens treedt een dergelijke 'gasaanval' niet bij verrassing op. De specifieke weersomstandigheden en later ook de typische geur kondigen het gevaar aan; dit scheidt voor de glastuinder de mogelijkheid maatregelen te treffen. Het is namelijk gebleken, dat met sluiten van de luchtramen en stoken de schade beperkt of voorkomen kan worden. Het sluiten van de ramen kan soms echter uit teelttechnische overwegingen bezwaren opleveren. Men kan zich voorstellen dat het K.N.M.I. via de radio zou kunnen waarschuwen wanneer voor een bepaald gebied weersomstandigheden worden verwacht die 'gunstig' zijn voor het optreden van gas-

schade, zoals dit nu gebeurt bij nachtvorstverwachtingen. Inmiddels is hierover contact opgenomen met het K.N.M.I. en reeds worden de mogelijkheden nagegaan.

### **Fluorhoudende glasreinigings- of conserveringsmiddelen**

Bij fresia's werd enige malen een op het oog als fluorschade aandoende verbranding opgemerkt op één bedrijf, terwijl in de omgeving liggende bedrijven geen schade vertoonden. Bij navraag bleken de ramen van de betrokken kassen of warenhuizen met een fluorhoudend schoonmaakmiddel te zijn behandeld. Een ander fluorhoudend produkt waar de tuinbouw mee te maken heeft, is Wolmanzout, dat voor het conserveren van hout wordt gebruikt. Stas [12] stelde vast dat groente, gekweekt onder pas met Wolmanzout behandelde ramen, geen verhoogd fluorgehalte vertoonde.

### **Vaststelling gasschade**

Doen zich in de praktijk niet direct thuis te brengen verbrandingsverschijnselen voor, dan kunnen de volgende overwegingen tot de conclusie 'gasschade' leiden.

Ziet men de verbranding op één bedrijf, doch niet op in de buurt liggende bedrijven waar dezelfde gewassen geteeld worden, dan is gasschade niet waarschijnlijk. Ziet men daarentegen op verschillende bedrijven dezelfde verbrandingsverschijnselen, dan kan gedacht worden aan gasschade. Hoewel het gasschadebeeld van diverse gewassen bekend is, kan men toch niet alleen hierop afgaan, omdat andere oorzaken overeenkomstige symptomen kunnen oproepen. Het beeld van vorst-, wind- of droogteschade vertoont namelijk vaak veel overeenkomst met het fluorschadebeeld.

Ziet men de symptomen plotseling optreden, dan pleit dit voor gasschade; beschadiging door andere oorzaken treedt vaak geleidelijker op. Bij de aan-

vankelijk in de praktijk voorkomende gasschade was fluoranalyse onontbeerlijk.

### **Samenvatting**

In de omgeving van te Rotterdam-Kralingseveer en te Vlaardingen gelegen superfosfaatfabrieken werden bij verschillende tuinbouwgewassen bladverbrandingsverschijnselen vastgesteld. De schade trad meestal op na één of enkele dagen windstil weer met mist of motregen, die gevolgd werden door een periode van zwakke zuidelijke of zuidoostelijke wind. Veelal werd tijdens deze weersomstandigheden in het gebied waar later schade optrad, de typische geur waargenomen, die ook vaak in de omgeving van kunstmestfabrieken hangt. Met name in de maanden oktober tot en met december bleken de omschreven weersomstandigheden op te treden. In verband hiermede is oriënterend onderzoek verricht en zijn waarnemingen gedaan met het doel na te gaan of hier sprake van fluorvergiftiging zou kunnen zijn.

Kunstmstig opgewekte fluorschade vertoonde duidelijk overeenkomst met de in de praktijk waargenomen verbranding. In het gebied waar schade optrad, werden op verschillende afstanden en in verschillende windrichtingen ten opzichte van de verdachte fabrieken veldjes met gladiolen gepoot. De gladiolen werden op schade gecontroleerd en op fluor geanalyseerd. De resultaten gaven aan, dat de verbranding door overmaat fluor werd veroorzaakt. Te Rotterdam-Kralingseveer daalde het fluorgehalte na 1954. Te Vlaardingen trad na 1955 daling van de fluorcijfers op. Gladiolen dicht bij de fabrieken bevatten meer fluor dan gladiolen op groter afstand gepoot.

De specifieke weersomstandigheden, waaronder gasschade optreedt, maken het wellicht mogelijk in samenwerking met het K.N.M.I. te De Bilt te waarschuwen wanneer bedoelde weersomstandigheden worden verwacht. Glastuinders kunnen dan eventueel maatregelen treffen.

## Literatuur

1. Benedict, H. M., and W. H. Breen: *The use of weeds as a means of evaluating vegetation damage caused by air pollution*. Proceedings of the third National Air Pollution symposium California. April 1955: 177-190.
2. Bobrov, R. A.: *Use of plants as biological indicators of smog in the air of Los Angeles County*. Science. Vol. 121, 1955: 510-511.
3. Bredemann, G., und H. Radeloff: *Zur Diagnose von Fluor-Rauchschäden*. Phytopathologische Zeitschrift. 5 (1933) 2: 195-206.
4. Daines, R. H., a.o. *The effect of fluorine on plants as determined by soil nutrition and fumigation studies*. 'Air pollution', chapter 9.
5. Dey, L. J. L.: *Meteorologische aspecten van de uitbreiding van industrie-afvalgassen in de atmosfeer*. Water, Bodem, Lucht, juli 1952: 14-20.
6. Adams, D. F., a.o.: *Relationship of atmospheric fluoride levels and injury indexes on gladiolus and Ponderosa Pine*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 4 (1956) 1: 64-66.
7. Groenveld, F., en F. Hartogensis: *Luchtverontreiniging in de Verenigde Staten van Noord-Amerika*. 'De Ingenieur', 68 (1956) 33: 41-50.
8. Johnson, F., a.o.: *Leaf scorch of gladiolus caused by atmospheric fluorine effluents*. Phytopathology 40 (1950): 239-246.
9. Miller, V. L., and associates: *The effect of atmospheric fluoride on Washington agriculture*. Proceedings of the U.S. Technical Conference on Air Pollution, New York, 1952.
10. Miller, V. L., a.o.: *Lime papers and indicator plants in fluorine air pollution investigations*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. June 1953: 526-529.
11. Reckendorfer, P.: *Ein Beitrag zur Mikrochemie des Rauchschadens durch Fluor*. Pflanzenschutzberichte, September 1952: 33-55.
12. Stas, M. E.: *Fluor en fluorvergiftiging*. Utrecht, dissertatie 1945: 91-95.
13. Zimmerman, P. W., and A. E. Hitchcock: *Susceptibility of plants to hydrofluoric acid and sulfur dioxide gases*. Contributions from Boyce Thompson institute. 18 (1954-1957): 263-279.

## Summary

### Damage to horticultural crops by factory fumes

Leaf-burn symptoms were ascertained on various horticultural crops in the surroundings of the superphosphate factories at Rotterdam-Kralingseveer and at Vlaardingen. The damage occurred mostly after one or more days of calm weather with fog and drizzle, followed by a period with a moderate south or southeast wind.

During these weather conditions the typical odour was noticed which often hangs about the fertilizer factories. The weather conditions described occurred mainly from October up to and including December.

An orientation research has been made together with observations to investigate whether this was a question of a toxic effect of fluor. Artificially fluor damage showed a great similarity to the leaf-burn symptoms observed.

In the area where damage occurred some fields were planted with gladioli at various distances and in various wind directions from the factories suspected. The gladioli were checked on damage and analysed on fluor. The results indicated that the leaf-burn had been caused by an excess of fluor. The fluor percentage at Rotterdam-Kralingseveer decreased after 1954. There was a decrease in the fluor figures at Vlaardingen after 1955. There was more fluor on gladioli near the factories than on those planted at a greater distance.