

NN31545.0954

NOTA 954

maart 1977

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

WATERKWALITEIT EN BLOEMBOLLENTEELT

ing. C. Ploegman

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking

15N 197586 - 01

## I N H O U D

	Blz.
INLEIDING	1
PROEFOPZET	2
RESULTATEN	6
Gladiool	6
Tulp	9
Hyacint	11
Narcis	13
Iris	15
ZOUTGEVOELIGHEID	18
BEREGENINGSWATER	19
BEREKENEN VAN DE OPBRENGSTAFNAME	21
SAMENVATTING	23
LITERATUUR	25

## INLEIDING

Het is in ons land algemeen bekend, dat zowel via de externe als de interne zoutbelasting een toename in het zout- of chloridegehalte van het oppervlaktewater plaats vindt. De externe toename wordt merendeels door de verontreiniging van de Rijn veroorzaakt. De interne belasting is grotendeels een gevolg van het hoge zoutgehalte van het grondwater, die als kwel aan de oppervlakte komt. De bijdrage van de verschillende verziltingsbronnen aan de interne chloridebelasting voor het oppervlaktewater in een polder worden voornamelijk veroorzaakt door kwelwater 76%, industrie 11% en gasbronnen 8% (COUWENHOVEN, e.a., 1969). Per gebied komen uiteraard sterke verschillen in de chloridebelasting in het oppervlaktewater voor, maar de gehalten overschrijden voor bolgewassen vermoedelijk ook meerdere malen de toelaatbare grenswaarde. Dit ontstaat gemakkelijk omdat de bloembollenteelt langs de kuststrook en in polders wordt uitgeoefend waar de verzilting, als gevolg van de natuurlijke ligging, vrij hoog is.

Bij de vollegrondsteelt van bloembollen wordt in de winterperiode de zoutconcentratie in de grond via uitspoeling meestal door een neerslagoverschot, gunstig beïnvloed. Als de bolgewassen in het voorjaar boven de grond komen is het zoutgehalte in het bodemvocht meestal zeer laag. In gebieden met een grote kwelintensiteit echter, zal een zoet watervoorraad in het algemeen niet geheel toereikend zijn om aan de behoefte van het gewas te voldoen. De situatie van een zoet watervoorraad in de bodem, met en zonder kwel in zomer en winter, is door COUWENHOVEN (1969) schematisch weergegeven. Indien nu tijdens de groei van bolgewassen extra water nodig is zal dit vooral via beregning van oppervlaktewater worden aangevuld. Bij gebruik van dit meestal te zoute water neemt de concentratie in de grond toe. Hierbij zijn in

hoge mate de zoutconcentratie van het water, de totale gift, de natuurlijke neerslag en de gevoeligheid van het gewas, groei en produktie bepalend.

Uit reeds uitgevoerd onderzoek is gebleken, dat bolgewassen in verschillende mate gevoelig zijn, waarbij geen directe toelaatbare grenswaarden zijn vermeld. Door KOFRANEK e.a. (1957) en WIJNEN (1970) is uit onderzoek met behulp van watercultures gebleken, dat de gladiool als een vrij gevoelig bolgewas naar voren komt. In een infiltratiegebied met chloridehoudend oppervlaktewater is door STRIETMAN, (1971) vastgesteld, dat het chloridegehalte van het grondwater in de omgeving van de drainbuizen het sterkst toeneemt. Als gevolg hiervan trad een vervroegd afsterven van bolgewassen boven de drainreeks op. In aansluiting op dit onderzoek is in het voorjaar van 1974 in hetzelfde gebied bepaald, dat boven de drainbuizen produktieverliezen bij tulpen van 10 tot 18% mogelijk zijn (PLOEGMAN, 1975).

De bloembollenteelt is voor ons land economisch van groot belang met een exportwaarde van ongeveer 450 miljoen gulden per jaar, waardoor een nadere bestudering van de zoutgevoeligheid en het optreden van opbrengstverliezen bij enkele gewassen is verricht. Teneinde de kennis omtrent de reactie van verschillende bol- en knolgewassen op het gebruik van zout beregeningswater te vergroten is de relatie van het totaal zout- en het chloridegehalte in de grond op de groei van het gewas en de opbrengst nagegaan.

#### PROEFOPZET

Het zoutonderzoek is uitgevoerd in de jaren 1971 tot en met 1976 op het proefterrein van het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse. Hierbij zijn in de opeenvolgende jaren respectievelijk de gewassen gladiool, tulp, hyacint, narcis en iris geteelt. Het onderzoek is op veldjes van 1 bij 5 meter uitgevoerd (fig. 1). Elk veldje is met vijf rijen bollen op een onderlinge afstand van 25 cm beplant. De drie binnaaste rijen zijn voor de gewasmetingen en opbrengstbepalingen gebruikt. Om het optreden van randeffecten per zoutbehandeling te voorkomen is tussen de met zout beregeningswater behandelde veldjes



Fig. 1. Overzicht van het proefveld in 1972 met het toegepaste beregeningssysteem vanuit een voorraadton (A) en het buizennet voor een gelijkmatige waterverdeling over het veldje (B), tijdens de groeiperiode van tulp c.v. Apeldoorn

steeds een onbehandeld object aangelegd. Van de duinzandgrond is een pF-curve (vol. gew. 1,39) gemaakt, zodat een optimale vochtvoorziening gedurende de groeiperiode kon worden nagestreefd. De grond is gedurende de groeiperiode van de vijf gewassen door regelmatige beregeningen met ca. 20 mm per keer op veld vochtgehalte gebracht. Details betreffende de watervoorziening zijn reeds eerder beschreven (PLOEGMAN, 1972).

De berekening geschiedde vanuit voorraadoplossingen met verschillende zout- en/of chloridegehalten (tabel 1), welke regelmatig zijn gecontroleerd via het geleidingsvermogen in  $\text{mmho.cm}^{-1}$  bij  $25^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 1. Het chloridegehalte, het totaal zoutgehalte en het geleidingsvermogen van de bij de berekeningen toegepaste oplossingen

Concentratie van het beregenings- water	B e h a n d e l i n g e n								
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
mg chloor.l <sup>-1</sup>	6	156	420	680	990	1260	1640	2010	2430
mg tot.zout.l <sup>-1</sup>	21	550	1480	2380	3460	4400	5750	7050	8500
geleidingsver- mogen in $\text{mmho.cm}^{-1}$ bij 25°C	0,23	0,62	1,64	2,64	3,82	4,86	6,22	7,60	9,25

De relatie totaal zout en geleidingsvermogen van het nagebootste Rijnwater en de bijmeningen met zeewater zijn eerder weergegeven door BIERHUIZEN e.a., (1967). De toename van het totaal zout- en chloridegehalte in de zandgrond is tijdens de groeiperiode wekelijks bepaald. Hiervoor zijn in duplo op drie diepten (-15, -30 en -45 cm) watermonsters via de onderdrukmethodie voor bodemvochtbemonstering genomen (PLOEGMAN, 1974). Van de bodemvochtmonsters is het geleidingsvermogen ( $\text{mmho.cm}^{-1}$ ) en het chloridegehalte ( $\text{g.l}^{-1}$ ) bepaald. Uit de veelheid van gegevens (fig. 9) is het gemiddelde gehalte per groeiperiode in het bodemvocht van de zandgrond berekend.

In fig. 2 is het chloridegehalte ( $\text{g.l}^{-1}$ ) tegen het geleidingsvermogen ( $\text{mmho.cm}^{-1}$ ) voor het beregeningswater en het bodemvocht in de verschillende jaren van de diverse behandelingen weergegeven, Uit de vrijwel lineaire relatie blijkt, dat zowel in het beregeningswater als in het bodemvocht 1 gram chloride. $\text{l}^{-1}$  overeenkomt met ongeveer  $3,8 \text{ mmho.cm}^{-1}$  bij  $25^{\circ}\text{C}$ .

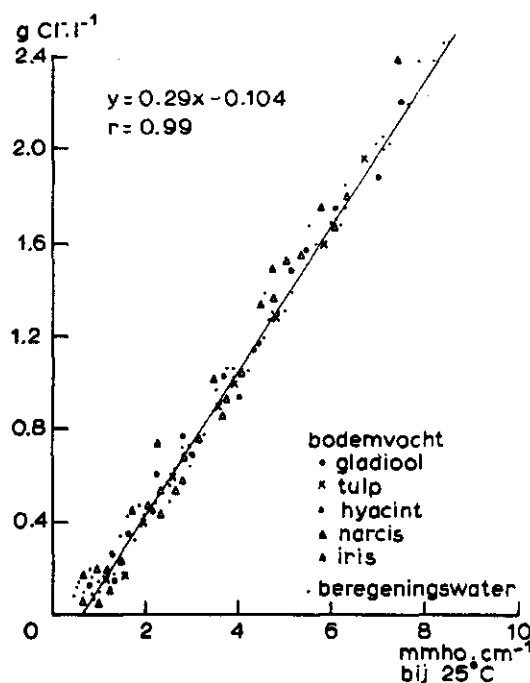


Fig. 2. De relatie tussen het chloridegehalte ( $\text{g.l}^{-1}$ ) en het geleidingsvermogen ( $\text{mmho.cm}^{-1}$  bij  $25^{\circ}\text{C}$ ) van het bodemvocht en van het beregeningswater

Tijdens de groeiperiode zijn aan enkele planten gewasmetingen verricht, terwijl na de oogst het totaal bol- of knolgewicht, de sortering en het chloridegehalte per 100 gram drogestof is bepaald. Bij de tulp en de hyacint is na de groeiperiode nog het zouteffect op de bloeibaarheid nagegaan. Hiervoor zijn de bollen van de verschillende zoutobjecten aan een temperatuurbehandeling onderworpen en in het vroege voorjaar in een kas in bloei getrokken.

## RESULTATEN

### G l a d i o o l

De invloed van zout beregeningswater op de groei en produktie van de gladiool is in 1971 uitgevoerd met de cultivar 'Peter Pears'. Tijdens de groeiperiode is bij een toename van het chloridegehalte van de grond een geringe afname van de gewashoogte gemeten. De lengte-groei van de bloemstengel werd relatief sterker beperkt dan de blad-lengte (fig. 3). Met de afname van de bloemstengel is ook een afname in bloemdiameter en in kwaliteit van de bloem waargenomen.

Aan het einde van de groeiperiode zijn de knollen per behande-ling geogst en gesorteerd. De afname in opbrengst van de knollen wordt bij de hogere chloridegehalten in de grond, in hoofdzaak door het toenemen van kleinere knolmaten bepaald (tabel 2). Bovendien neemt het aantal kralen en het gemiddelde kraalgewicht af.

Tabel 2. De sortering van de knollen, het aantal kralen, het gemid-deld kraalgewicht en het versgewicht van 100 planten bij de verschillende behandelingen

Behan- deling	Sortering van de knollen					Kralen aantal	Gem.kraal- gewicht in 100 gr	Versgewicht in 100 planten kg
	> 16	14-16	12-14	10-12	< 10			
I	3	42	48	7	0	680	0,18	3,45
II	2	34	52	12	0	450	0,17	2,97
III	4	32	51	13	0	500	0,17	2,98
IV	5	37	44	14	0	490	0,15	3,01
V	3	38	39	20	0	500	0,16	2,91
VI	1	28	47	21	3	380	0,16	2,71
VII	1	20	50	26	3	400	0,14	2,46
VIII	0	14	50	34	2	370	0,14	2,30



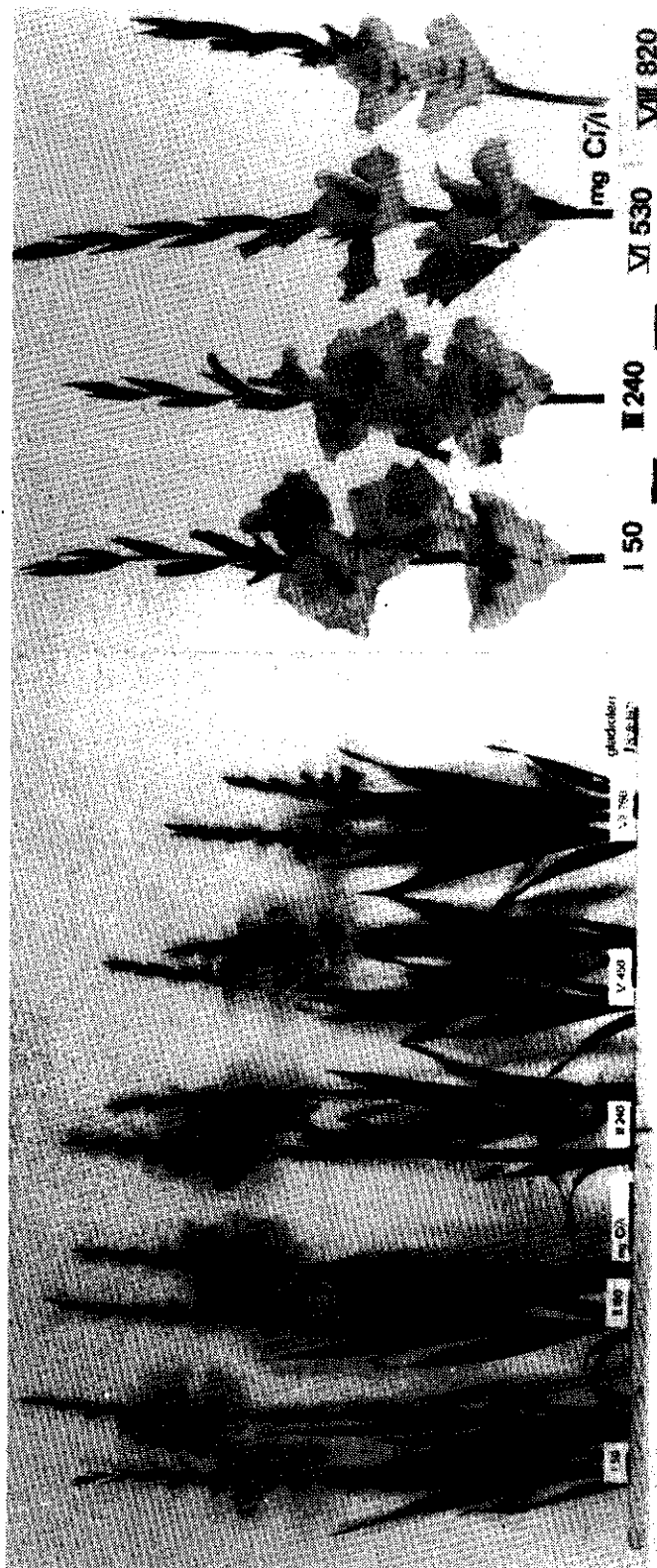


Fig. 3. Invloed van het chloridegehalte ( $\text{g.l}^{-1}$ ) van het bodemvocht op de bloei van de gladiool c.v. Peter Pears

De opbrengstverlaging in verband met het totaal zout ( $\text{mmho.cm}^{-1}$ ) en het chloridegehalte van het bodemvocht ( $\text{g.l}^{-1}$ ) is in fig. 4 weer-gegeven. Zowel het versgewicht als het relatief versgewicht (%) nemen vrijwel lineair af bij een toenemend totaal zout- en chloridegehalte in de grond. Uit de relatie van het totaal zout en de relatieve opbrengst is berekend, dat bij ca.  $0,59 \text{ mmho.cm}^{-1}$  in het bodemvocht de grenswaarde is bereikt waarbij de opbrengstafname begint. Daarna zal bij een toename van  $1 \text{ mmho.cm}^{-1}$  in de grond een opbrengstdaling van ca. 4% optreden. Bij de relatie met het chloridegehalte in het bodemvocht ligt de grenswaarde voordat de opbrengst daalt bij ca.  $100 \text{ mg Cl.l}^{-1}$ , een verhoging in de grond met  $0,1 \text{ g.l}^{-1}$  zal een re-dukctie aan knollen van ca. 1,5% veroorzaken.

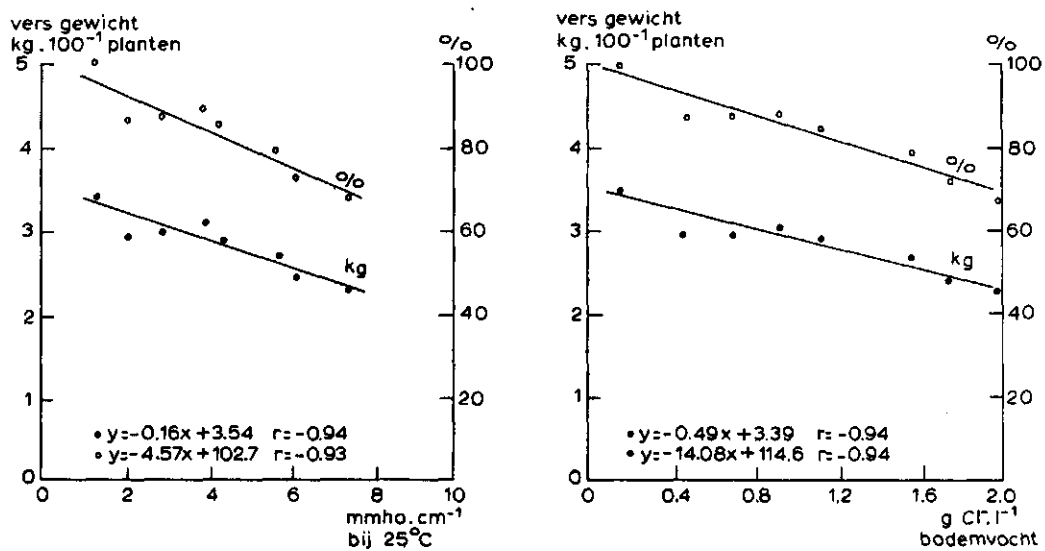


Fig. 4. Verband tussen het zoutgehalte ( $\text{mmho.cm}^{-1}$ ) en het chloridegehalte ( $\text{g.l}^{-1}$ ) van het bodemvocht en het vers knolgewicht (absoluut en in procent van de controlebehandeling) bij de gladiool c.v. Peter Pears

## T u l p

In 1972 is de invloed van zout beregeningswater op de groei en produktie bij de tulp cultivar 'Apeldoorn' nagegaan. Gedurende de groeiperiode zijn gewashoogte, bladoppervlak en stengellengte metingen verricht. Hierbij is waargenomen, dat bij toenemend chloridegehalte in de grond de bladhoogte van de tulp een geringe afname vertoonde. Het totaal bladoppervlak en de lengte van de bloemstengels zijn door hogere chloridegehalten meer nadelig beïnvloed (tabel 3).

Tabel 3. Chloridegehalte in het bodemvocht bij de verschillende behandelingen, de hoogte van de bladeren, het bladoppervlak en de bloemstengellengte van 15 tulpen c.v. 'Apeldoorn'

Behandeling	Chloride in bodemvocht $\text{g.l}^{-1}$	Bladhoogte $\text{cm/plant}$	Bladoppervlak $\text{cm}^2/\text{plant}$	Bloemstengellengte $\text{cm/plant}$
0	0,11	30,3	417	50,9
I	0,20	30,7	402	49,7
II	0,51	29,0	391	43,9
III	0,89	30,0	407	46,3
IV	1,20	31,0	403	44,3
V	1,40	30,3	397	43,9
VI	1,89	29,3	382	42,9
VII	2,17	28,3	342	40,4
VIII	2,83	27,3	298	39,4

Als gevolg van de in tabel 3 weergegeven afname van het bladoppervlak bij hogere chloridegehalten in het bodemvocht zal er vrijwel zeker een ongunstige invloed op de groei voor de gewenste bolproduktie worden uitgeoefend. De afname van de bolopbrengst in versgewicht en in relatief versgewicht (%) is voor de tulp in fig. 5 bij toenemend totaal zout- en chloridegehalte in het bodemvocht weergegeven. Uit deze gegevens is berekend dat de grenswaarde waarbij geen opbrengstverlaging optreedt bij respectievelijk ca.  $1,29 \text{ mmho.cm}^{-1}$  en

130 mg  $\text{Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$  ligt. Daarna is de afname bij beide zoutgehalten vrijwel lineair. Een stijging van het totaal zout in de bodemoplossing boven de grenswaarde veroorzaakt per 1  $\text{mmho} \cdot \text{cm}^{-1}$  een opbrengstafname van ca. 7%. Bij een toename van 0,1  $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  in de grond boven de genoemde grenswaarde daalt de opbrengst met ongeveer 2,5%.

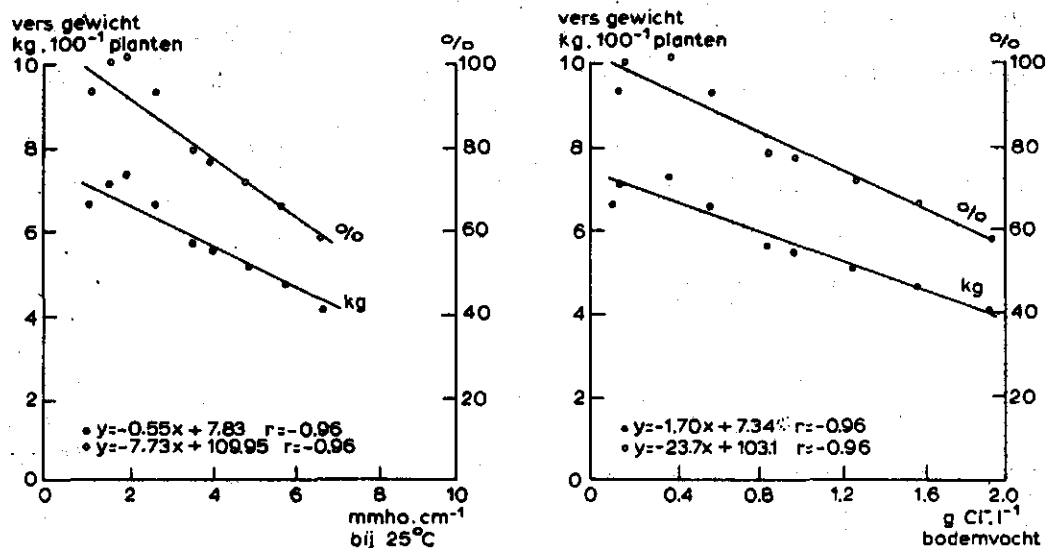


Fig. 5. Verband tussen het zoutgehalte ( $\text{mmho} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) en het chloridegehalte ( $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ ) van het bodemvocht en het vers bolgewicht (absoluut en in procent van de controlebehandeling) bij de tulp c.v. Apeldoorn

De opbrengstafname als gevolg van de in de grond toegepaste hogere zoutgehalten tijdens de groeiperiode is via de sortering in tabel 4 weergegeven. Hieruit blijkt, dat de afname het meest door een toename van de kleinere bolmaten wordt bepaald.

Tabel 4. De sortering van de bollen en het versgewicht van 100 planten bij de verschillende behandelingen

Behandeling	Sortering van de bollen							Versgewicht 100 planten kg
	> 12	11	10	8	6	4	< 4	
0	100	15	23	65	120	50	6	7,10
I	97	13	22	62	108	58	4	6,80
II	93	19	24	57	110	72	4	6,65
III	97	18	22	47	92	71	5	6,10
IV	88	18	22	49	84	66	7	5,80
V	82	19	23	57	88	62	4	5,50
VI	66	26	23	47	83	85	13	5,10
VII	53	32	32	53	83	78	19	4,70
VIII	45	42	41	59	80	82	17	4,10

#### H y a c i n t

Ten behoeve van meer informatie naar de invloed van zout beregeningswater op de ontwikkeling en de produktie van bloembollen is het onderzoek in 1973 met de hyacint cultivar 'Pink Pearl' uitgevoerd. Tijdens de groeiperiode is bij toenemend chloridegehalte in de zandgrond een afname in hoogte van het gewas waargenomen. Hierbij bleek de gewashoogte van behandeling VIII ten opzichte van de controle ongeveer 15% lager. De opbrengstafname per 100 planten bij hogere chloridegehalten in de grond, kwam ook hier in hoofdzaak tot uiting in de aanwezigheid van kleinere bolmaten (tabel 5).

Tabel 5. De sortering van de bollen en het versgewicht van 100 planten bij de verschillende behandelingen

Behandeling	Sortering van de bollen					Versgewicht 100 planten kg
	> 18/-	17	16	15	< 15	
0	18	53	20	7	2	8,50
I	15	57	19	4	5	8,20
II	8	33	42	15	2	7,70
III	7	44	36	9	4	7,60
IV	4	32	35	22	7	7,20
V	1	20	42	30	7	7,02
VI	0	24	31	32	13	6,78
VII	0	7	35	45	13	6,44
VIII	0	5	10	36	49	5,41

De opbrengstreductie voor de hyacint is in fig. 6 zowel in kg versgewicht als procentueel ten opzichte van de controlebehandeling weergegeven en wel uitgezet tegen het totaal zout ( $\text{mmho.cm}^{-1}$ ) en het chloridegehalte in  $\text{g.l}^{-1}$  bodemvocht. Uit deze gegevens is berekend, dat de grenswaarden waarbij geen opbrengstafname optreedt bij het totaal zout en het chloridegehalte in het bodemvocht respectievelijk ongeveer  $0,95 \text{ mmho.cm}^{-1}$  en  $210 \text{ mg Cl}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$  is. Boven deze grenswaarden is de opbrengstdaling vrijwel lineair. Bij een stijging van het totaal zoutgehalte in de bodemoplossing boven genoemde grenswaarde treedt per  $1 \text{ mmho.cm}^{-1}$  een opbrengstafname van ca. 6% op en bij een toename van  $0,1 \text{ g Cl}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$  daalt de opbrengst met ongeveer 2%.

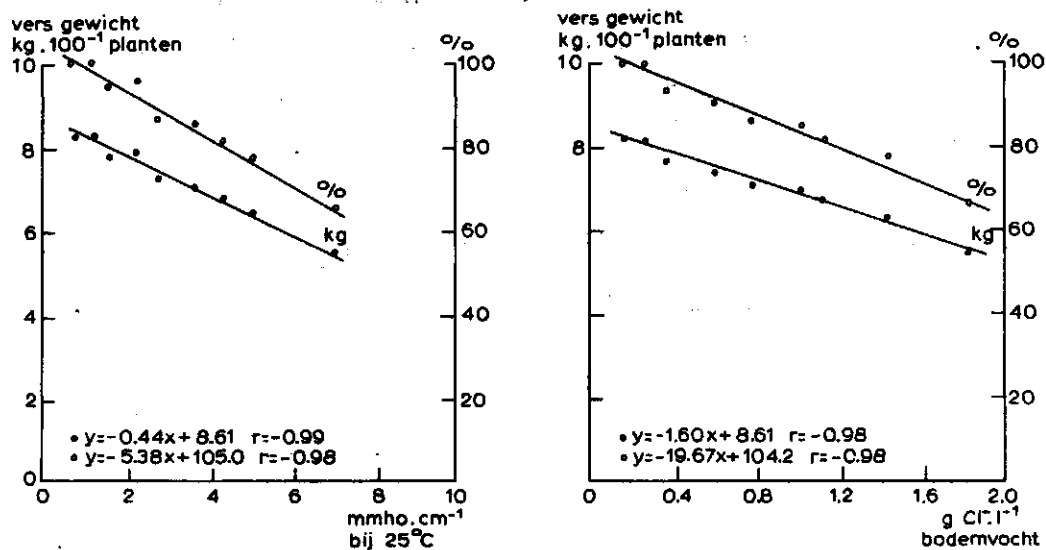


Fig. 6. Verband tussen het zoutgehalte (mmho.cm<sup>-1</sup>) en het chloridegehalte (g.l<sup>-1</sup>) van het bodemvocht en het vers bolgewicht (absoluut en in procent van de controlebehandeling) bij de hyacint c.v. Pink Pearl

#### N a r c i s

Het onderzoek is in 1974 voortgezet met de narcis cultivar 'Flower Record', waarbij ook de invloed van het zoutgehalte in het beregeningswater op de ontwikkeling van het gewas en de produktie is nagegaan. Gedurende de groei is bij een toenemend chloridegehalte in de bodem een zeer geringe afname in de hoogte van het gewas (5%) gemeten. De afname van het totaal versgewicht van de bollen bij toenemend zoutgehalte in de bodemoplossing kwam in hoofdzaak tot uiting door een vrij sterke toename van de kleinere bolmaten en de reductie aan versgewicht van de bijbollen (tabel 6).

Tabel 6. De sortering van de bollen, het versgewicht van de bijbollen en het versgewicht van 100 planten bij de verschillende behandelingen.

Behandeling	Maat van de bollen			Bijbollen kg	Versgewicht 100 planten kg
	1	2	3		
0	19	22	59	4,32	12,37
I	19	21	60	3,94	11,96
II	10	11	79	3,18	11,46
III	5	6	89	2,68	10,88
IV	3	8	89	2,77	10,40
V	4	6	90	2,53	10,20
VI	3	6	91	2,30	9,38
VII	1	7	92	2,10	8,99
VIII	0	5	95	1,77	8,90

De opbrengstafname is in fig. 7 weergegeven, waarbij zowel het totaal zout als het chloridegehalte in het bodemvocht zijn uitgezet tegen het versgewicht in kg en als percentage ten opzichte van de controlebehandeling. Uit de gegevens is berekend, dat bij een toename van  $1 \text{ mmho.cm}^{-1}$  of  $0,1 \text{ g Cl}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$  in het bodemvocht de opbrengst met respectievelijk ongeveer 5% en 2% afneemt. De grenswaarde, waarbij geen opbrengstverlaging optreedt, ligt voor de narcis bij een totaal zout van ca.  $0,39 \text{ mmho.cm}^{-1}$  en een chloridegehalte van ca.  $60 \text{ mg.l}^{-1}$  in het bodemvocht.



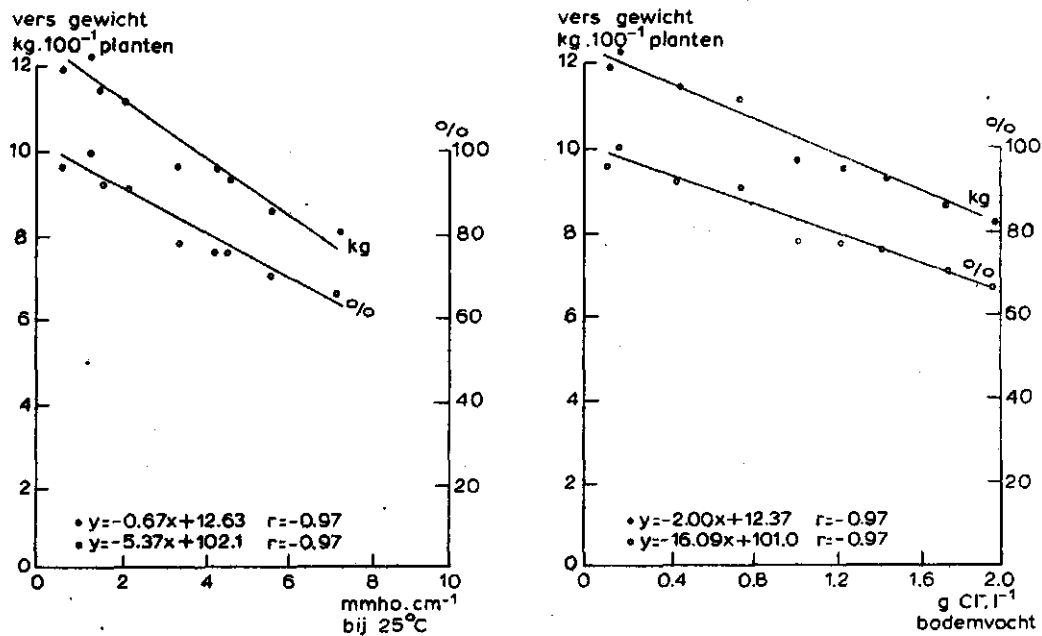


Fig. 7. Verband tussen het zoutgehalte ( $\text{mmho.cm}^{-1}$ ) en het chloridegehalte ( $\text{g.l}^{-1}$ ) van het bodemvocht en het vers bolgewicht (absoluut en in procent van de controlebehandeling) bij de narcis c.v. Flower Record

### I r i s

Zowel in 1975 als in 1976 is de invloed van zout beregeningswater op de groei en de produktie bij de iris cultivar 'Professor Blauw' nagegaan. Gedurende de groeiperiode in beide jaren is geen verschil in hoogte aan het gewas gemeten, maar is bij de zoutbehandelingen wel een vervroegd afsterven waargenomen. Bij de toegepaste behandelingen kwam de opbrengstverschillen het sterkst tot uiting via de sortering.

In tabel 7 is de sortering per 400 planten in beide jaren weergegeven.

Evenals bij de voorgaande gewassen blijkt, dat de afname van de opbrengst per 400 planten bij hogere zoutgehalten in de grond in hoofdzaak door de toenemende aanwezigheid van kleinere bolmaten wordt bepaald. Het effect van de kleine bolmaten is bij de iris in 1976 het grootst, hetgeen voor dat jaar vermoedelijk niet alleen een gevolg van de hogere zoutgehalten in het bodemvocht is geweest (tabel 7). De extreme groei-omstandigheden in 1976 zijn stellig van

Tabel 7. De sortering en het versgewicht van de bollen van 400 planten, het gewicht van de kralen en het zoutgehalte in het bodemvocht ( $\text{mmho.cm}^{-1}$ ) bij de verschillende behandelingen in 1975 en 1976

Behandeling	Sortering van de bollen					Versgewicht	Versgewicht	Geleidings-
	> 9	8	7	6	< 5	400 planten in	kralen in	vermogen bodem- vocht <sub>-1</sub> $\text{mmho.cm}^{-1}$
						kg	kg	
1975								
0	86	78	101	78	57	4,10	0,85	1,04
I	89	84	92	76	59	4,06	0,89	0,95
II	84	62	109	71	74	3,72	0,81	1,50
III	70	81	101	89	59	3,70	0,77	2,15
IV	49	92	122	85	52	3,62	0,73	2,67
V	45	83	127	81	64	3,53	0,69	3,26
VI	49	79	114	97	61	3,32	0,66	3,55
VII	31	80	122	96	71	3,30	0,63	4,13
VIII	26	85	107	103	79	3,12	0,61	5,43
-----								
1976								
0	80	134	100	23	63	4,40	0,73	1,06
I	79	118	92	28	83	4,14	0,74	1,48
II	59	146	115	37	43	4,00	0,63	2,29
III	68	130	112	48	42	3,77	0,60	2,92
IV	57	118	122	77	26	3,55	0,57	3,09
V	17	113	162	69	39	3,43	0,45	3,81
VI	21	106	163	81	29	3,26	0,43	4,72
VII	4	55	186	125	30	2,92	0,29	5,03
VIII	0	52	187	130	31	2,71	0,28	6,21

invloed geweest en wel, omdat over eenzelfde groeiperiode (1/4 t/m 15/7) in dat jaar slechts 69 mm, terwijl in 1975 147 mm neerslag is gemeten. Naarmate hogere zoutgehalten zijn toegepast neemt in beide jaren ook het versgewicht van de kralen af, terwijl in 1976 de grootste afname is bepaald.

De bolopbrengsten van zowel het versgewicht (kg) als het relatief versgewicht (%) zijn in fig. 8 weergegeven. De resultaten van beide jaren zijn tegen het totaal zout- en het chloridegehalte in het bodemvocht uitgezet. Hieruit is berekend, dat de grenswaarde waarbij geen opbrengstafname optreedt bij het totaal zout- en het chloridegehalte in de grond respectievelijk ca. 0,68 mmho.cm<sup>-1</sup> en 43 mg Cl<sup>-</sup>.l<sup>-1</sup> bedraagt. Boven beide grenswaarden is de opbrengstdaling vrijwel lineair. Een toename van het zoutgehalte boven de grenswaarde veroorzaakt per 1 mmho.cm<sup>-1</sup> een opbrengstafname van ca. 6%. Bij een stijging van 0,1 g.l<sup>-1</sup> boven de grenswaarde van het chloridegehalte in de bodemoplossing treedt een opbrengstdaling van ca. 2% op.

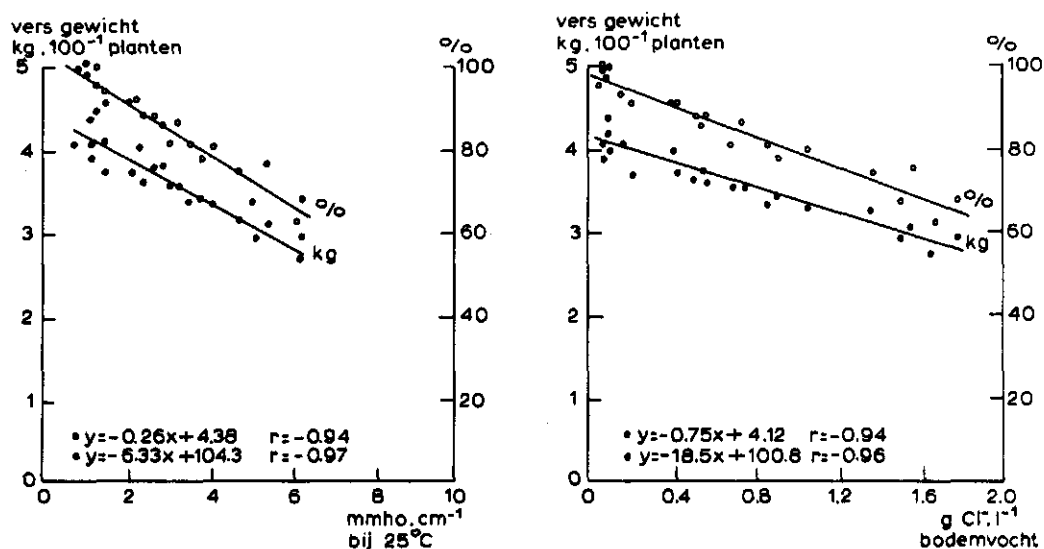


Fig. 8. Verband tussen het zoutgehalte (mmho.cm<sup>-1</sup>) en het chloridegehalte (g.l<sup>-1</sup>) van het bodemvocht en het vers bolgewicht (absoluut en in procent van de controlebehandeling) bij de iris c.v. Professor Blauw

Uit de verkregen droge stofbepalingen van de in de verschillende jaren geogste bollen of knollen blijkt, dat bij de toegepaste zoutconcentraties in het beregeningswater bij alle gewassen een toename in het chloridegehalte per 100 gram droge stof in bol of knol is opgetreden. De regressievergelijkingen voor de verschillende gewassen

zijn in tabel 8 weergegeven. Hieruit blijkt, dat bij een totaal zoutgehalte van  $1 \text{ mmho.cm}^{-1}$  in het bodemvocht (A) het chloridegehalte per 100 g droge stof respectievelijk 0,49; 0,14; 0,21; 0,26; 0,19 en 0,33 bedraagt. Bij 1 gram chloride per liter in het bodemvocht (B) komt respectievelijk 0,63; 0,23; 0,27; 0,40; 0,26 en 0,51 gram chloride per 100 gram drogestof voor. De relatie chloridegehalte en totaal zout (1:3,8) in het beregeningswater en bodemvocht (fig. 2) is in het chloridegehalte per 100 g drogestof in bol en knol niet aanwezig.

Tabel 8. De regressievergelijkingen voor het verband tussen het chloridegehalte per 100 g droge stof in bol of knol en het geleidingsvermogen in het bodemvocht (A); het chloridegehalte per 100 gr droge stof in bol of knol en het chloridegehalte in het bodemvocht (B) bij de verschillende gewassen

Gewas	Jaar	A		B	
		Regressie- vergelijking	Correlatie- coëfficiënt	Regressie- vergelijking	Correlatie- coëfficiënt
Gladiool	1971	$y = 0,045 x + 0,44$	0,961	$y = 0,145 x + 0,48$	0,967
Tulp	1972	$y = 0,036 x + 0,10$	0,958	$y = 0,119 x + 0,11$	0,975
Hyacint	1973	$y = 0,021 x + 0,19$	0,954	$y = 0,080 x + 0,19$	0,947
Narcis	1974	$y = 0,017 x + 0,24$	0,896	$y = 0,056 x + 0,34$	0,929
Iris	1975	$y = 0,020 x + 0,17$	0,920	$y = 0,068 x + 0,19$	0,935
Iris	1976	$y = 0,039 x + 0,29$	0,909	$y = 0,087 x + 0,42$	0,893

$x$  = geleidingsvermogen bodemvocht  $\text{mmho.cm}^{-1}$  bij  $25^{\circ}\text{C}$  (kolom A)

$x$  = chloridegehalte bodemvocht in  $\text{g.l}^{-1}$  (kolom B)

$y$  = chloridegehalte in bol of knol in g/100 g droge stof (kolom A en B)

#### ZOUTGEVOELIGHEID

Voor de verschillende gewassen is vanuit de verkregen gegevens via bodemvochtbemonstering het gemiddeld zout- en chloridegehalte gedurende de groeiperiode bepaald en in de fig. 4 tot en met 8 tegen de werkelijke en de relatieve opbrengsten weergegeven. Uit deze gegevens

zijn de grenswaarden waarbij geen opbrengstdaling optreedt berekend en tevens de afname in percentage bij een toename in het bodemvocht per 1 mmho. cm<sup>-1</sup> respectievelijk 0,1 g Cl<sup>-1</sup>. l<sup>-1</sup> in de grond. De resultaten voor de verschillende gewassen zijn in tabel 9 vermeld. Hieruit blijkt, dat de mate van zoutgevoeligheid bij beide zoutwaarden voor de gewassen variabel is ten opzichte van de grenswaarden in het bodemvocht, waarbij de afname in opbrengst begint. De relatieve opbrengstafname boven de vastgestelde grenswaarden verschilt ook en is bij het totaal zout hoger dan bij het chloridegehalte. Echter door de in fig. 2 weergegeven relatie chloride en totaal zout (1:3,8) wordt dit schijnbare verschil vrijwel genivelleerd.

Tabel 9. De grenswaarden van het totaal zout en het chloride in het bodemvocht, waarbij de opbrengstdaling begint (I) en de afname daarna in percentage per 1 mmho. cm<sup>-1</sup> en 0,1 g Cl<sup>-1</sup>. l<sup>-1</sup> (II) bij enkele gewassen

Gewas	I. Bodemvocht grenswaarden		II. Opbrengstafname in % boven de grenswaarde per	
	totaal zout	chloride	1 mmho. cm <sup>-1</sup>	0,1 g Cl <sup>-1</sup> . l <sup>-1</sup>
Gladiool	0,59 mmho. cm <sup>-1</sup>	100 mg.l <sup>-1</sup>	4	1,5
Tulp	1,29 "	130 "	7	2,5
Hyacint	0,95 "	210 "	6	2
Narcis	0,39 "	60 "	5	2
Iris	0,68 "	43 "	6	2

#### BEREGENINGSWATER

Bij het geven van zout beregeningswater aan te velde staande gewassen is de toename van het zoutgehalte in de grond afhankelijk van de totale watergift, de zoutconcentratie van het beregeningswater en de natuurlijke neerslag. Zodoende zijn ten behoeve van dit zoutonderzoek de veldjes (fig. 1) op van tevoren vastgestelde tijdstippen bemonsterd en vervolgens met verschillende zoutconcentraties (tabel 1)

beregend. De verkregen gegevens in 1972 van de tulp zijn in fig. 9 in  $\text{g.l}^{-1}$  chloride in het bodemvocht tijdens de groeiperiode weergegeven. Hieruit blijkt, dat het chloridegehalte in de grond reeds na ongeveer vier beregeningen van 20 mm vrij hoge waarden heeft aangenomen. Het verkregen zoutniveau in de grond is door de regelmaat van de beregeningen, ondanks de neerslag, vrij goed gehandhaafd. Uit deze waarnemingen is het gemiddeld zoutgehalte in de grond per behandeling berekend.

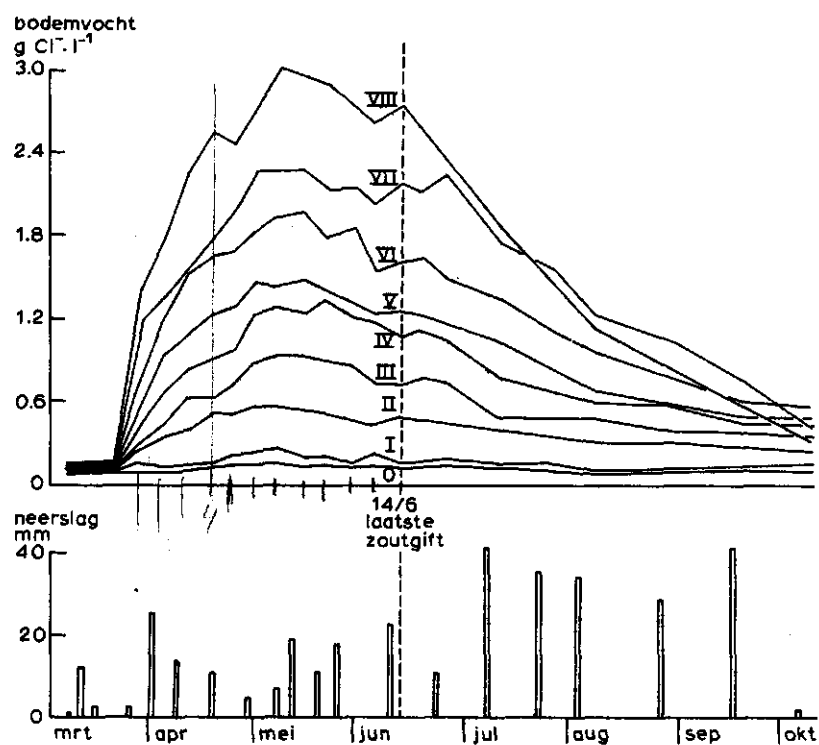


Fig.9. De toename van het chloridegehalte bij de toegepaste beregeningsconcentraties (0 t/m VIII) in de zandgrond en de afname van het chloridegehalte met bijbehorende natuurlijke neerslag (mm) tijdens de proefperiode in 1972

Na de laatste zoutgift (14/6) is de bodemvochtbemonstering voor alle behandelingen tot 10/10 voortgezet (fig. 9). Hiermede is de uitspoeling in de zandgrond als gevolg van de natuurlijke neerslag

(190 mm) nagegaan. Uit de gegevens van de twee hoogste zoutbehandelingen (VII en VIII) is berekend, dat de afname van het chloridegehalte in de grond ongeveer 8 mg.mm is geweest. Dit komt vrijwel overeen met reeds eerder verkregen resultaten via uitspoeling bij een zandgrond (PLOEGMAN, 1973).

#### BEREKENEN VAN DE OPBRENGSTAFNAME

Indien de grenswaarde van het zoutgehalte in de grond voor een gewas waarbij geen opbrengstreduktie optreedt berekend is, dan is het uiteraard belangrijk te weten hoe groot de afname is na overschrijding van die grenswaarde. Bij de tulp cultivar Apeldoorn is de grenswaarde  $0,13 \text{ g Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$  in het bodemvocht, waarbij geen daling van de opbrengst optreedt (fig. 5 en tabel 9). Boven deze grenswaarde is de afname ca. 7,0% bij een toename van  $0,1 \text{ g Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$  in het bodemvocht. Bij gebruik van beregeningswater lager dan  $130 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$  treedt bij de tulp geen verlaging in opbrengst op. Bij het toepassen van beregeningswater met hogere zoutconcentraties, hetgeen in de praktijk nogal eens voorkomt, zijn zeker opbrengstredukties te verwachten. Bij een frequente beregening kan het verband tussen de opbrengstafname en het chloridegehalte van het water worden weergegeven met de vergelijking:

$$y = c(a - b)/100$$

Hierin is:

y = de opbrengstafname in %

a = chlorideconcentratie beregeningswater in  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$

b = grenswaarde chloridegehalte  $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ , waarbij geen opbrengstafname optreedt

c = de opbrengstafname in % per  $100 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$  beregeningswater

De waarde van c is afhankelijk van het chloridegehalte in het beregeningswater en in fig. 10 weergegeven. In de voor de verschillende bolgewassen berekende relatie tussen opbrengstafname en het chloridegehalte in het beregeningswater wordt de maximaal te verwachten rela-

tieve opbrengstreduktie aangegeven. Bij alle in het onderzoek betrokken gewassen neemt de c-waarde na overschrijding van de grenswaarde vrij snel af. Bij ongeveer  $900 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$  in het beregeningswater is de waarde vrijwel constant en wel ca. 1,5% per  $100 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$ , alleen de tulp maakt hierop een uitzondering met ca. 1,9% per  $100 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$ .

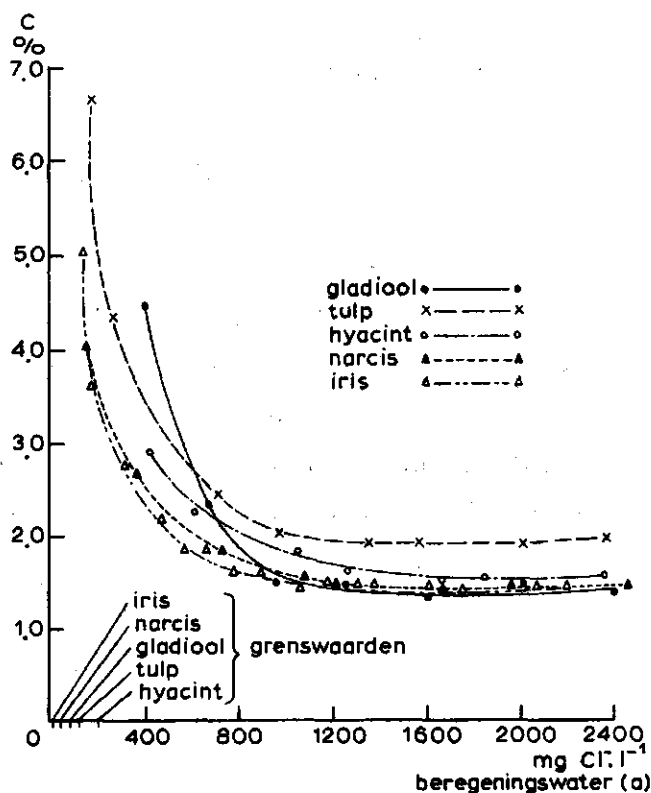


Fig. 10. Het effect van het chloridegehalte in het beregeningswater en de relatieve opbrengstreduktie per  $100 \text{ mg Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$  beregeningswater (c) bij de verschillende bol- en knolgewassen

Door nu van voorgaande gegevens gebruik te maken is het mogelijk om een voor de praktijk te verwachten opbrengstreduktie te berekenen. Hiervoor dient men voor de tulp de ontbrekende getallen in voorgaande vergelijking in te vullen. Indien de chlorideconcentratie van het beregeningswater tijdens de groei gemiddeld  $500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  is geweest (a) blijkt uit fig. 10, dat de afname in opbrengst bij  $500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  ca. 3,0% (c) bedraagt. De grenswaarde bij de tulp waarbij geen afname optreedt is  $130 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  (b), waardoor in dit geval de volgende op-



brengstreduktie (y) is te verwachten:

$$y = 3,0(500 - 130)/100 = 11,1\%$$

Deze negatieve produktiewaarde is alleen in gunstige zin te beïnvloeden, door beregeningswater van betere kwaliteit te gaan gebruiken.

#### SAMENVATTING

In de bestudeerde concentratiereeks (tabel 1 en fig. 2) van ongeveer 0,006 tot 2,43 g.l<sup>-1</sup> chloride en een totaal zout van 0,23 tot 9,25 mmho.cm<sup>-1</sup> bij 25°C in het beregeningswater is aan de verschillende bol- en knolgewassen geen direct zichtbare gewasschade waargenomen (fig. 1). De verschillen in gewasontwikkeling bij toenemend zoutgehalte in het bodemvocht uitten zich voornamelijk in het optreden van een geringere lengte in de bloemstengel (gladiool en tulp). Bij de gladiool is tevens een afname in bloemdiameter en bloemkwaliteit waargenomen (fig. 3), terwijl een geringer bladoppervlak bij de tulp is gemeten (tabel 3). Aan de andere gewassen zijn bij hogere zoutgehalten in de bodem geen zichtbare verschillen in habitus waargenomen.

Bij een stijging van het zoutgehalte in het bodemvocht is voor de verschillende gewassen steeds een afname in het versgewicht vastgesteld. Deze gewichtsafname wordt voornamelijk bepaald door het toenemen van kleinere bol- of knolmaten naarmate hogere zoutgehalten zijn toegepast (tabel 2, 4, 5, 6 en 7). Uit de gegevens van het totaal versgewicht bij de toegepaste behandelingen (fig. 4 t/m 8) is berekend dat de grenswaarde van het totaal zoutgehalte in het bodemvocht, waarbij geen vermindering in de opbrengst optreedt, bij de gewassen gladiool, tulp, hyacint, narcis en iris respectievelijk ligt bij 0,59; 1,29; 0,95; 0,39 en 0,68 mmho.cm<sup>-1</sup>. De produktie-afname, bij een stijging in het bodemvocht van 1 mmho.cm<sup>-1</sup> boven de grenswaarden bedraagt respectievelijk 4, 7, 6, 5 en 6% (tabel 9).

Bij het weergeven van het bodemvocht als chloridegehalte zijn de berekende grenswaarden waarbij geen opbrengstafname optreedt voor de

gladiool, tulp, hyacint, narcis en iris respectievelijk 0,10; 0,13; 0,21; 0,06 en 0,043 g.l<sup>-1</sup>. Daarna is de relatieve opbrengstdaling bij een stijging in het bodemvocht van 0,1 g Cl<sup>-</sup>.l<sup>-1</sup> boven de genoemde grenswaarden respectievelijk 1,5; 2,5; 2,0; 2,0 en 2,0% (tabel 9). De opbrengstverschillen in percentage worden door de chloride en totaal zout relatie (1:3,8) in hoge mate genivelleerd. Hieruit blijkt, dat in werkelijkheid geen grootte opbrengstverschillen bij de twee zoutwaarden zijn waargenomen.

De uitgevoerde drogestofbepalingen aan de bol en de knol van de verschillende gewassen hebben aangetoond, dat bij 1 gram chloride per liter in de grond ruim 20% meer chloride per 100 gram drogestof voorkomt, dan bij 1 mmho.cm<sup>-1</sup>. Het Cl<sup>-</sup>-ion wordt waarschijnlijk vrij gemakkelijk door bol of knol opgenomen en vervolgens vastgelegd. Uit trekproeven is echter gebleken, dat aanwezige hoge chloridegehalten geen nadelige invloed op een vervroegde bloei uitoefenen.

De produktie van een gewas wordt naast de bemestingstoestand mede door de vochtvoorraad in de grond, de zoutconcentratie in de grond en in het beschikbare beregeningswater, de totale watergift en de uitspoeling via neerslag bepaald. In dit onderzoek is het chloridegehalte (c.q. zoutgehalte) regelmatig via monsternamen vastgesteld (fig. 9), en zijn de gemiddelde gehalten berekend. De regengift en de concentratie van het toegepaste water zijn in hoge mate maatgevend voor het tijdstip waarop de grenswaarde in de grond wordt bereikt, waarbij de opbrengstafname begint. Indien dit tijdstip is bereikt, dan is de opbrengstreduktiewaarde (c) afhankelijk van het chloridegehalte in het beschikbare water (fig. 10).

Bij het toepassen van gemiddeld 500 mg Cl<sup>-</sup>.l<sup>-1</sup> in het beregeningswater is voor de tulp in een rekenvoorbeeld bepaald, dat een opbrengstafname van ruim 11% kan optreden.

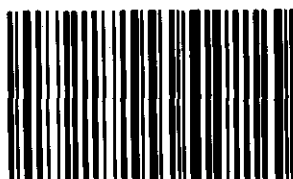
Bij een gestelde praktijkvraag of gedurende droge perioden op droogtegevoelige gronden al dan niet moet worden beregend met water met hoge zoutconcentraties kan, via de weergegeven relaties voor enige bolgewassen worden nagegaan of dit meer of minder gunstig is dan de te verwachten droogteschade.

## LITERATUUR

- BIERHUIZEN, J.F. en C. PLOEGMAN, 1967. Zouttolerantie van tomaten. Med. Dir. Tuinb. 7/8; Med. ICW 104.
- COUWENHOVEN, T., 1969. Verzilting en land- en tuinbouw in Nederland. ICW Verspr. Overdr. 92.
- en C.G. TOUSSAINT, 1969. Water- en zoutbelasting poldergebied Midden-West-Nederland. Bronnen van verzilting. ICW nota 530.
- KOFRANEK, A.M., D.R. Lunt and H.C. KOHL J.R., 1957. Tolerance of gladioli to salinity and boron. Hort Science 69:556-561.
- PLOEGMAN, C., 1972. De invloed van zout beregeningswater bij de gladiool c.v. Peter Pears. ICW nota 687.
- 1973. Zoutaccumulatie en uitspoeling bij zand- en kleigrond. Landbouwk. Tijdschr./P.T. 4; ICW Verspr. Overdr. 147.
- 1974. Onderdrukmethodie voor bodemvochtbemonstering. Landbouwk. Tijdschr./P.T. 7; ICW Verspr. Overdr. 163.
- 1975. Infiltratie invloed oppervlaktewater op het chloridegehalte in het bodemvocht en de produktie bij tulpen. ICW nota 881.
- STRIETMAN, H., 1971. De invloed van infiltratie met zout water op het chloridegehalte van het grondwater en de bolproduktie. Bedrijfsontw. 2 nr 7/8:68-73.
- VRIJHOF, B., 1958. De verzilting van de open wateren in Noord- en Zuid-Holland. Comm. Onderz. Landb. Waterhuish. Ned. TNO.
- WIJNEN, G., 1970. Zoutgevoeligheid van de gladiool. Verslag Inst. voor Bodemvruchtbaarheid. W 190.



Wageningen UR library  
P.O.Box 9100  
6700 HA Wageningen  
the Netherlands  
library.wur.nl



10001022558021