

**PROEFSTATION VOOR DE GROENTETEELT IN DE VOLLEGROND IN NEDERLAND**

MEDEDELING 65  
WITH A SUMMARY

# eisen inzake de kwaliteit van sproeiwater voor vollegronds groentegewassen

requirements concerning the quality of sprinkling water  
for vegetable crops in the open

overdruk uit: *Bedrijfsontwikkeling* 2 (1971) 4 (april),  
editie Tuinbouw

IR. A. J. HELLINGS

**Deze publikatie verschijnt tevens als Mededeling 145 van het Instituut voor Cultuur-  
techniek en Waterhuishouding te Wageningen.**

## Eisen inzake de kwaliteit van sproeiwater voor vollegrondsgroentegewassen

*A. J. Hellings – Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen, gedetacheerd bij Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar*

Over de eisen die gesteld moeten worden aan de kwaliteit van sproeiwater voor de watervoorziening van vollegrondsgroentegewassen, zijn nog betrekkelijk weinig gegevens voorhanden. De meeste onderzoeken met tuinbouwgewassen zijn in aride (droge) gebieden in de USA en in Nederland verricht. In ons land echter in hoofdzaak met kasgroenten en sierteeltgewassen. Deze onderzoeken hebben twee aspecten, het ene is de tolerantie van de gewassen ten aanzien van de zoutconcentratie in het bodemvocht, het andere is de samenhang tussen het zoutgehalte van het sproeiwater en dat in de bodemoplossing. Een globale indeling in geschiktheidsklassen voor gietwater en drinkwater voor het vee is gegeven door Baltjens (1967), zie tabel 1.

Volgens deze indeling zou sproeiwater met een Cl-gehalte tot 500 mg/liter in het algemeen geschikt zijn voor de vollegrondsgroenteteelt. Dat met een gehalte van 500–1000 mg daarentegen alléén voor zouttolerante gewassen onder gunstige omstandigheden geteeld, dat wil zeggen op een grond die goed doorlatend en vochthoudend is en een zodanige verdeling van de natuurlijke neerslag dat er geen zoutophopingen in de bovengrond kunnen ontstaan.

Nadere gegevens over de zouttolerantie van tuinbouwgewassen zijn samengevat in tabel 1. Het betreft hier onderzoeken van Van Den Berg (1952) en Zeeland, van Dorsman en Wattel (1951) en van Van Dam (1954) op de Zuidhollandse Eilanden en van Bernstein (1964) in Californië.

Uit tabel 2 volgt dat er een grote variatie in gevoeligheid van de verschillende gewassen bestaat. De meest gevoelige, zoals aardbeien en bonen, ondervinden reeds bij 300 mg Cl/liter in de bodemoplossing enige schade, de minst gevoelige zoals radijs en krotten pas bij 3000 mg Cl/liter. De uitkomsten van ver-

schillende auteurs stemmen wat de rangschikking naar gevoeligheid betreft redelijk overeen. De verschillen kunnen ten dele worden verklaard door uiteenlopende weersomstandigheden in de proefjaren. In natte jaren kunnen de gewassen een aanmerkelijk hoger zoutgehalte verdragen dan in droge jaren. Verder kunnen uiteenlopende bemonsterings-tijdstippen, zaaitijden, rassen en bemesting van invloed zijn geweest. Opvallend is het grote verschil in gevoeligheid, wat groene savoiekoel, sla en wortelen betreft, in de Amerikaanse ten opzichte van de Nederlandse onderzoeken. Ten aanzien van sla is dit mogelijk te verklaren doordat in Amerika andere soorten met een steviger blad worden gebruikt. De vergelijkbaarheid wordt bovendien bemoeilijkt doordat in dit land de zoutgrens waarbij schade optreedt in de hoofdgroeiperiode wordt bepaald en wordt aangegeven met de elektrische geleidbaarheid van het bodemvocht in verzadigde grondmonsters. In Nederland wordt deze bepaald door bemonstering van de bouwvoor bij de inzaai van het gewas.

Uit tabel 2 kan worden afgeleid dat de grenswaarde, waarbij schade aan de gewassen begint op te treden voor de gevoelige zoals sla, aardbeien, bonen en erwten bij 300–400 mg Cl/liter, voor de minder gevoelige zoals uien, aardappelen en prei bij 600–700 mg Cl/liter en voor de zouttolerante zoals spinazie, radijs en krotten bij 2000–3000 mg Cl/liter ligt.

Het verband tussen de chloride-gehalte in het sproeiwater en dat in de bodemoplossing is globaal te benaderen, wanneer er van uit wordt gegaan dat in de winter de goed oplosbare zouten volledig uitspoelen en dat in het groeiseizoen het chloride-gehalte evenredig met de hoeveelheid zout, aanwezig in het sproeiwater, toeneemt. Gemiddeld zal het chloride-gehalte in het groeiseizoen dan de

helft bedragen van dat aan het eind er van. Uitgaande van de veronderstelling dat de grond 100 mm vocht in de wortelzone kan vasthouden berekende Couwenhoven (1969) de in tabel 3 weergegeven gemiddelde chloride-gehalten in het bodemvocht.

Deze cijfers gelden bij een regelmatige aanvulling van het vochttekort in de grond gedurende het gehele groeiseizoen. Onder extreem droge omstandigheden kunnen tijdelijk aanmerkelijk hogere concentraties voorkomen.

*Het komt erop neer dat, in gebieden met een wisselvallige neerslag in het groeiseizoen, het toelaatbare zoutgehalte in het sproeiwater in sterke mate afhangt van het aantal benodigde giften.* Lunin (1960) gaf voor humide (regenrijke) gebieden in de USA het overzicht dat in

tabel 4 is opgenomen. Daarbij is ervan uitgegaan dat er geen wegzijging is opgetreden.

Verder is het gebruikelijk dat de wortelzone regelmatig wordt aangevuld tot veldcapaciteit met giften van 25–50 mm per keer.

Het elektrisch geleidingsvermogen wordt gemeten met behulp van een weerstandsbrug en met elektroden op een onderlinge afstand van 1 cm bij een temperatuur van 25°C. Het is de reciproke (omgekeerde waarde) van de elektrische weerstand, die met Ohm wordt aangegeven, vandaar dat voor het geleidingsvermogen de eenheid Mho wordt gebruikt. Het totaal zoutgehalte is berekend door vermenigvuldiging van het elektrisch geleidingsvermogen in millimhos van verzadigd bodemonmonster met de factor 600 voor het traject 0–6,0 en 640 voor de waarden groter dan 6,0.

Tabel 1 Overzicht van de gebruikswaarde van water met verschillende chloride-gehalten

mg Cl/liter	Aanduiding	Gebruikswaarde
< 300	Zoet	Voor alle doeleinden geschikt, behalve voor tuinbouwgewassen onder glas, wanneer het gehalte dichtbij de bovengrens van deze klasse komt.
	Fresh	Suitable for all purposes except glasshouse crops if the chloride content approaches the upper limit of this class.
300–500	Enigszins brak	Geschikt voor alle doeleinden bij tuinbouw in de vollegrond, behalve voor zeer zoutgevoelige gewassen in droge zomers.
	Almost fresh	Suitable for all purposes concerning horticultural crops in the open, except crops with poor salt tolerance in a dry summer.
500–1000	Licht brak	Met de stijging van het gehalte in toenemende mate ongeschikt voor de tuinbouw in de vollegrond.
	Slightly brackish	With the rising chloride content increasingly unsuitable for horticulture in the open.
1000–2000	Matig brak	Met de stijging van het gehalte in toenemende mate ongeschikt voor alle doeleinden in de landbouw, uitgezonderd drenking van vee.
	Moderately brackish	With the rising chloride content increasingly unsuitable for all purposes in agriculture, except watering of the cattle.
2000–5000	Zeer brak Very brackish	Geschiktheid voor drenking van vee twijfelachtig. Suitability for watering of the cattle doubtful.
> 5000	Zeer brak tot zout Very brackish to salty	Onbruikbaar in de land- en tuinbouw. Useless in agriculture and horticulture.
mg Cl/l	Description	Utility

Table 1 Outline of the usefulness of water with various chloride content

Tabel 2 Zouttolerantie van vollegronds groentegewassen. Het zoutgehalte van de bodemoplossing, waarbij een kleine (max. 10%) of duidelijke (max. 25%) opbrengstdepressie optreedt, is uitgedrukt in mg Cl/l. De jaartallen geven aan wanneer de proeven uitgevoerd zijn.

Gewas	Crop	v. d. Berg	Dorsman/ Wattel	v. Dam		Bernstein	
		1945/48	1945/48	1953	1953	10%	25%
		25%	25%	10%	25%	10%	25%
Kropsla	Lettuce	-	610	430	610	660	1160
Aardbeien	Strawberries	-	-	300	910	-	-
Augurken	Gherkins	-	610	-	-	-	-
Stam- en stokbonen	Dwarf and pole beans	-	1010	300	910	420	620
Witte Bonen	White haricots	240	-	-	-	-	-
Erwten	Peas	360	-	-	-	-	-
Tuinbonen	Broad beans	-	1520	-	-	-	-
Doperwten	Green peas	-	1210	-	-	-	-
Uien	Onions	1520	1520	-	-	660	1480
(Vroege) aardappelen	(Early) potatoes	1010	1820	610	1820	860	1680
Rode kool (bewaar)	Red cabbage (storage)	-	-	300	1210	-	-
Bloemkool (voorjaar)	Cauliflower (early)	-	2430	890	1210	-	-
Andijvie	Endive	-	-	-	1820	-	-
Andijvie (nateelt)	Endive (second crop)	-	2430	-	-	-	-
Knolselderij	Celeriac	-	-	610	2430	-	-
Rode kool (weeuwen)	Red cabbage**	-	-	-	2430	-	-
Bloemkool (weeuwen)	Cauliflower**	-	-	-	2430	-	-
Sluitkool (voorjaar)	Headed cabbage (early)	-	2430	-	-	-	-
Wortelen	Carrots	-	3950	610	3030	420	880
Prei	Leek	-	3040	670	3030	-	-
Spruitkool	Brussels sprouts	-	3040	1520	3640	-	-
Groene savooie kool	Green savoy cabbage	-	-	1520	3640	860*	1680*
Bloemkool (herfst)	Cauliflower (autumn)	-	-	2430	3640	1680	2520
Spinazie	Spinage	-	-	2130	3640	2320	3140
Witlof	Chicory	-	-	1820	3640	-	-
Boerenkool	Kale	-	-	2430	4860	-	-
Radis	Radish	-	-	2500	4860	-	-
Krotten	Red beets	-	-	3110	5460	3580	4320
Postelein	Purslane	-	-	-	6070	-	-

Table 2 Salttolerance of vegetable crops in the open. The saltcontent of the soil solution, which results in a small (max. 10%) or marked (max. 25%) yield depression, has been expressed in mg Cl/litre. The years indicates when the experiments were carried out.

\* Aangeduid als: 'overige koolsoorten'

Indicated as remaining cabbage species

\*\* In glasshouses overwintered seedlings

Tabel 3 Het gemiddelde chloride-gehalte van het bodemvocht tijdens het groeiseizoen, afhankelijk van het gehalte van het sproeiwater en de totale sproeiwatergift

Totale sproeiwatergift mm	Gemiddelde concentratie van het sproeiwater in mg Cl/l		
	200	500	1000
100	100	250	500
200	200	500	1000
300	300	750	1500
Total irrigation gift	Mean concentration of the sprinklingwater in mg Cl/l		

Table 3 The mean chloride-content of the soil solution during the growing season, dependent on the content of the sprinklingwater and the total irrigation gift

Tabel 4 Het aantal giften dat met sproeiwater van uiteenlopende kwaliteit op gewassen met verschillende zouttolerantie gegeven mag worden

Kwaliteit van het sproeiwater			Aantal toelaatbare giften op gewassen met uiteenlopende zoutgevoeligheid		
geleidings- vermogen in m.mhos	totaal zout mg/l	chloride mg/l	weinig gevoelige	matig gevoelige	zeer gevoelige
1	600	150	onbeperkt	15	7
2	1200	330	11	7	4
3	1800	600	7	5	2
4	2400	840	5	3	2
5	3000	1050	4	2-3	1
6	3600	1260	3	2	1
7	4480	1570	2-3	1-2	0
8	5120	1790	2	1	0

  

electrical conductivity in m.mhos	total salts mg/l	chloride mg/l	good salt tolerance	moderate salt tolerance	poor salt tolerance
Quality of irrigation water			Number of irrigations for crops of different salt tolerance		

Table 4 Permissible number of irrigations with brackish water between leaching rains for crops of different salt tolerance

Het chloride-gehalte is daaruit afgeleid door vermenigvuldiging met de percentages vermeld in tabel 5.

Uiteraard zijn deze factoren afhankelijk van de verhouding waarin de verschillende zouten in de bodemoplossing aanwezig zijn. Voor meer nauwkeurigere berekeningen kunnen de grafieken in het 'Agricultural Handbook no 60' van het United States Department of Agriculture geraadpleegd worden.

Voor de meest voorkomende gewassen zouden er blijkens tabel 4, onder Nederlandse omstandigheden, weinig of geen moeilijkheden te verwachten zijn bij chloride-gehalten van 600 mg of lager, indien er van uitgegaan wordt dat de gemiddelde gift 30 mm bedraagt en het neerslagtekort in het groeiseizoen de 150 mm niet zal overschrijden. Voor de sterk gevoelige gewassen zou deze grens bij 330 mg Cl/liter liggen.

Als vuistregel kan onder Nederlandse omstandigheden gesteld worden dat het chloride-gehalte van het sproeiwater in tamelijk natte zomers met een neerslagtekort van maximaal

100 mm niet veel hoger mag zijn dan het in de bodemoplossing toelaatbare gehalte. In droge zomers met een tekort van maximaal 200 mm mag het ongeveer de helft daarvan bedragen en in zeer droge zomers, wanneer het

Tabel 5 Verband tussen het totale zoutgehalte en het chloride-gehalte in polderwater. Naar Van den Berg (1962)

Totaal zout mg/l	Cl %
- 500	25,0
500- 900	25,2
900-1100	26,5
1100-1300	27,3
1300-1500	29,6
1500-1700	31,9
1700-1900	33,6
1900	35,0

  

Total salt mg/l	Cl %
-----------------	------

Table 5 Relation between total salt content and the chloride content in polderwater. According to Van den Berg (1962)

neerslagtekort meer dan 200 mm bedraagt, mag het ongeveer één-derde daarvan zijn.

Bij het gebruik van sproeiwater met een vrij hoog tot hoog chloride-gehalte is het in lange droge perioden noodzakelijk regelmatig het chloride-gehalte in het water en in de bodemoplossing te onderzoeken. Wordt de zoutconcentratie in de bodem, ook na aanvulling van de vochtvoorraad, te hoog, dan moet een overmaat water worden gegeven, teneinde het teveel aan zouten uit te spoelen.

De hoeveelheid water benodigd voor doorspoeling kan in het eenvoudigste geval, dat wil zeggen bij langzame watertoediening op goed doorlatende niet gescheurde grond, berekend worden met de formule:

$$D_{sw} \cdot Cl_{sw} = D_{dw} \cdot Cl_{dw} + D_{vc} (Cl_m - Cl_a)$$

$D_{sw}$  = hoeveelheid extra sproeiwater in mm  
(quantity of surplus irrigationwater in mm)

$D_{dw}$  = hoeveelheid percolatiewater in mm  
(quantity of percolationwater in mm)

$D_{vc}$  = hoeveelheid bodemvocht in bewortelde laag in mm  
(quantity of soil moisture in the root zone in mm)

$Cl_{sw}$  = chloride-gehalte van het sproeiwater in gram/liter  
(chloride-content of the sprinkling water in g/l)

$Cl_{dw}$  = chloride-gehalte van het percolatiewater in g/l  
(chloride-content of the percolationwater in g/l)

$Cl_c$  = maximaal toelaatbaar chloride-gehalte van het bodemvocht in g/l  
(maximum tolerable chloride-content of the soilsolution in g/l)

$Cl_a$  = heersende chloride-gehalte van het bodemvocht in g/l  
(prevailing chloride-content of the soil-solution in g/l).

In deze formule wordt er van uitgegaan, dat de grond op veldcapaciteit is; de hoeveelheid water die wegzakt ( $D_{dw}$ ) kan daarom gelijk gesteld worden aan de sproeiwatergift ( $D_{sw}$ ). Verder wordt verondersteld, dat het chloride-gehalte in het percolatiewater ( $Cl_{dw}$ ) gelijk is aan dat in het bodemvocht ( $Cl_a$ ).

Wanneer nu het chloride-gehalte in het

sproeiwater 0,3 g/liter en in het percolatiewater 0,8 g/liter, de hoeveelheid bodemvocht 180 mm en het maximaal toelaatbare chloride-gehalte 0,4 g/liter bedraagt, dan kan op de volgende manier de extra hoeveelheid sproeiwater berekend worden:

$$D_{sw} \cdot 0,3 = D_{sw} \cdot 0,8 + 150(0,4 - 0,8)$$

$$D_{sw}(0,3 - 0,8) = -150 \cdot 0,4$$

$$D_{sw} = 120 \text{ mm}$$

De uitkomst geeft eigenlijk de hoeveelheid sproeiwater aan, die nodig is om het gemiddelde chloride-gehalte in de wortelzone terug te brengen tot 0,4 g/liter. Aangezien de doorspoeling van boven naar onder plaats heeft zal het chloride-gehalte in de diepere lagen hoger worden dan dat in de bovenste. Aangezien de wateronttrekking in de bovenste lagen in het algemeen groter is dan in de diepere, zal na enige tijd een nivellering van de zoutconcentraties optreden.

Is de grond op het moment dat uitspoeling nodig is gedeeltelijk uitgedroogd, dan zal de sproeiwaterhoeveelheid nodig voor aanvulling tot veldcapaciteit geteld moeten worden bij die welke met de zojuist genoemde formule berekend werd.

Heeft de uitspoeling plaats met een grote regenintensiteit, zodat plasvorming optreedt, of op een slecht doorlatende gescheurde grond, dan zal het chloride-gehalte van het percolatiewater lager zijn dan dat van de bodemoplossing omdat geen volledige verdringing van het bodemvocht door het sproeiwater optreedt. Boumans (1963) voerde daartoe de factor  $f$  in, die het nuttig effect van de uitspoeling voorstelt. De chloride-concentratie van het percolatiewater kan berekend worden met de formule:

$$Cl_{dw} - Cl_{sw} = f (Cl_a - Cl_{sw})$$

$f$  = nuttig effect van de uitspoeling  
(efficiency of the leaching)

Voor bevoelde gronden in Irak bleek deze factor te variëren van 0,6 voor lichte gronden tot 0,2 voor zware kleigronden. Voor Nederland zijn geen cijfers bekend. Omdat in ons land overwegend met ronddraaiende sproeiers met lage regenintensiteiten en langzame beregening gewerkt wordt, zou men waarden kunnen aannemen van 0,8 voor vrij lichte, matig doorlatende en 0,6 voor zware onder droge

omstandigheden scheurende gronden. Wanneer de cijfers van het eerder gegeven rekenvoorbeeld aangehouden worden, dan wordt het chloride-gehalte in het percolatie-water:

$$\begin{array}{ll} f' = 0,8 & f'' = 0,6 \\ Cl'_{dw} - 0,3 = 0,8(0,8 - 0,3) & Cl''_{dw} - 0,3 = 0,6(0,8 - 0,3) \\ Cl'_{dw} = 0,7 & Cl''_{dw} = 0,6 \end{array}$$

De hoeveelheid extra sproeiwater wordt dan:

$$\begin{array}{l} D'_{sw,0,3} = D'_{sw,0,7} + 150 (0,4 - 0,8) \\ D'_{sw,0,3-0,7} = -150,0,4 \\ D'_{sw} = 150 \text{ mm} \\ D''_{sw,0,3} = D''_{sw,0,6} + 150 (0,4 - 0,8) \\ D''_{sw,0,3-0,6} = -150,0,4 \\ D''_{sw} = 200 \text{ mm} \end{array}$$

Er blijkt een flinke toename op te treden wat de benodigde sproeiwaterhoeveelheid betreft bij een dalende  $f$ , dus onder minder gunstige omstandigheden voor de uitspoeling.

De schade door hoge zoutconcentraties ontstaat bij groentegewassen in het algemeen niet door een toxische werking, maar door het bemoeilijken van de wateropname en soms ook van die van de voedingsstoffen, door de verhoging van de osmotische spanning in het bodemvocht. Verder kan er een verstoring van de ionenbalans in de plant optreden. Bij gewassen als kool en bloemkool wordt zout-schade zichtbaar door de ontwikkeling van kleinere bladeren met een blauwgroene tint. Bij hoge zoutconcentraties treedt bij een deel van de bladeren verbranding op, terwijl de andere bladeren verschijnselen vertonen overeenkomstig met die welke bij verdroging optreden (Bernstein, 1959). In Nederland kan blad-schade optreden, wanneer met zonnig weer berekend wordt bij een chloride-gehalte van 2000 mg/liter en meer (Ploegman, 1969).

De concentraties van andere elementen zoals calcium, magnesium, borium en zink, die veelal aanwezig zijn als chloride, sulfaat of hydrocarbonaat, zijn als regel te laag om de ontwikkeling van vollegrondsgroentegewassen te belemmeren. Wel kan de kwaliteit ongunstig beïnvloed worden door een hoog gehalte aan Ca en Mg (hoge totale hardheid) of een hoog

bicarbonaatgehalte door de vorming van een neerslag op de bladeren.

Wanneer er in het sproeiwater ijzer aanwezig is kan schade ontstaan door verkleuring van de bladeren, hetgeen kwaliteitsverlies meebrengt. De grenzen zijn voor de verschillende groentegewassen nog niet vastgesteld. Uit een onderzoek van Jongejan en Oostra (1962) bleek dat er beneden 3 mg/liter geen schade en boven de 15 mg/liter altijd schade te verwachten is. Het optreden van schade tussen deze beide waarden was afhankelijk van de pH. Was deze kleiner dan 4,5 dan trad bruinverkleuring of bladverbranding op. Bij hogere pH-waarden werd geen nadelig effect geconstateerd.

#### Literatuur

- Baltjes, J. C. 1967. *Nog steeds dreigt verzilting*. De Tuinderij 7 nr. 5
- Berg, C. van den. 1950. *De inundaties gedurende 1944-1945 en hun gevolgen voor de landbouw*. Deel VI: De reactie van landbouwgewassen op het zoutgehalte van de bodem. VLO 56.16.
- Berg, C. van den. 1962. *Der Einfluss der Wasserqualität in der Landwirtschaft*. Int. Kommission zum Schutze des Rheins gegen Vernunreinigung. Arbeitsgruppe: Landwirtschaftliche Fragen; pp. 38.
- Bernstein, L. 1959. *Salt tolerance of vegetable crops in the West*. Agric. Res. Service, USDA Agric. Inf. Bull. no. 205.
- Bernstein, L. 1964. *Salt tolerance of plants*. USDA Agr. Inf. Bull. no. 283.
- Boumans, J. H. 1963. In Dieleman, P. J., e.a.; pp. 83-116.
- Couwenhoven, T. 1969. *Verzilting en land- en tuinbouw in Nederland*. Bodem; winter-nummer.
- Dam, J. G. C. 1954. *Onderzoek naar de zoutgevoeligheid van de belangrijkste vollegrondsgroentegewassen*. Med. Dir. Tuinbouw 17 nr. 10: 811-824.
- Dieleman, P. J., e.a. 1963. *Reclamation of salt affected soils in Iraq*. Publ. nr. 11, Int. Inst.

of Land Reclamation and Improvement, Wageningen.

Dorsman, C. & M. Wattel. 1951. *De innundaties gedurende 1944-1945 en hun gevolgen voor de landbouw*. Deel VII: Zoutschade bij tuinbouwgewassen. VLO 57.8.

Handbook 1954. *Diagnose and Improvement of saline and alkali soils*. Agricultural Handbook no. 60 USDA.

Lunin, J., M. H. Gallatin, C. A. Bower & L. V. Wilcox. 1960. *Use of brackish water for*

*irrigation in humid regions*. USDA Agric. Res. Serv. Agr. Inf. Bull. 213.

Oostra, A. D. & P. J. N. Jongejan. 1962. *De inrichting van een tuinbouwgebied in de ruilverkaveling Lollebeek. Een onderzoek naar berekening van kassen in Limburg*. ICW Med. 37.

Ploegman, C. 1969. *Invloed waterkwaliteit bij berekening*. Tuinbouwmededelingen 32 (1969) 10-11.

## SUMMARY

Requirements concerning the quality of sprinkling water for vegetable crops in the open

A literature survey has been made concerning the quality of sprinkling water for vegetable crops in the open. Most information is coming from research in the U.S.A. and The Netherlands. Research of salt tolerance in the U.S.A. has been done by irrigation with brackish water and analysing the salt content of the soil solution during the growing season. In the Netherlands the salt tolerance has been determined on soils which were inundated by seawater some years before. The salt content was determined in the layer of 5-25 cm below the surface in spring time, when the crop was drilled. So the data given in table 2 are not completely comparable. Some differences are also due to the used varieties e. g. lettuce. The limit of the chloride content in the soil solution is 300-400 p. p. m. for vegetable crops with poor salt tolerance like lettuce, beans, peas and strawberries, 600-700 p. p. m. for those with moderate tolerance like potatoes, leek and onions and 2000-3000 p. p. m. for those with good tolerance like spinach, radish and red beets.

The limit of the chloride content in the sprinkling water depends also on the precipitation deficit. An increase of the total irrigation gift means also an increase of the salt content of the soil solution (table 3). For humid areas in the U.S.A. comparable with the situation in the Netherlands a survey is given, regarding the permissible number of irrigations (table 4). With a mean precipitation deficit of 150 mm and a mean gift of 30 mm a time, the limit of the chloride content in the sprinkling water can be supposed at 840 p. p. m. for the crops with good, 600 p. p. m. with moderate and 330 p. p. m. with poor salt tolerance. In rather humid summers in the Netherlands it can be concluded that the permissible limit of the chloride content of sprinkling water may not exceed that of the soil solution too much in dry summers it has to diminish to about half of the concentration and in exceptional dry summers to about one third.

If it is necessary to exceed the tolerable number of irrigations with brackish water, damage to crops can be limited by leaching. The required quantity of water for leaching can be estimated by equation (1) according to BOUMANS (1963).

In the case of sprinkling with low rain intensity on soils with a good capillary conductivity it is plausible that the prevailing chloride content of the percolation water ( $Cl_{dw}$ ) is equal to that of the soil solution ( $Cl_a$ ). On heavy soils with low capillary conductivity and especially when these heavy soils shrink during dry circumstances,  $Cl_{dw}$  will as a rule be smaller than  $Cl_a$ . According to BOUMANS (1963) equation (2) can also be used to make an estimation of  $Cl_{dw}$ . The efficiency of leaching ( $f$ ) has been determined in Iraq on soils irrigated by flooding. This factor fluctuated between 0.2 on heavy shrinking soils and 0.6 on light textured soils. For the Netherlands these values are assumed to be 0.6 on heavy clay soils and 0.8 on medium textured soils, when irrigated by small circle sprinklers.

The concentration of other elements like calcium, magnesium, borium and zinc usually present as chlorides, sulphates or hydrocarbonates are as a rule too low to cause damage to vegetable crops in the open. An iron content of the sprinkling water between 3-15 p. p. m. gives rise to brown coloring or even burning of the leaves if the pH is lower than 4.5. At an iron content of less than 3 p. p. m. no damage has been observed, above 15 p. p. m. in all circumstances.

# publikaties van het proefstation

Door medewerkers van het Proefstation zijn regelmatig Mededelingen en Rapporten samengesteld. Een aantal hiervan is inmiddels uitverkocht.

Onderstaand volgt een overzicht van de publikaties die nog verkrijgbaar zijn. Ze worden franco toegezonden na overmaking van het vermelde bedrag op postrekening 619524 van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond in Nederland te Alkmaar onder vermelding van hetgeen wordt verlangd. Begunstigers ontvangen alle publikaties terstond na het verschijnen gratis.

## MEDEDELINGEN EN OVERDRUKKEN

19	JONGE POERINK, H.: Rand in witte kool - f 2,25 . . . . .	1961
27	VAN KAMPEN, J. en anderen: 10 jaar P.G.V. - f 2,— . . . . .	1963
30	WIEBOSCH, W. A.: Jarowisatie bij enige groente- en aanverwante gewassen - f 5,— . . . . .	1965
32	KOOMEN, J. P. en VAN DER VEN, C. J.: Rond de teelt van knolselderij - f 3,50 . . . . .	1965
37	SCHONEVELD, J. A.: Arbeidsstudie bij de oogst van asperge - f 4,— . . . . .	1967
39	FRANKEN, A. A.: Mogelijkheden voor het vervroegen van asperges (overdr.) - f 1,— . . . . .	1967
40	FRANKEN, A. A.: De teelt van asperges - f 4,— . . . . .	1968
41	VAN BAKEL, J. M. M.: Vallers en kanker in bewaarkool - f 2,50 . . . . .	1968
42	KAAI, C., KOERT, J. L. en HOEFMAN, S. J.: Bestrijding van stengelaltjes in uien en phlox met 0,0-diethyl 0-2 pyrazinylfosforothioaat en 0,0-diethyl -0-(2,4-dichloorfenyl fosforothioaat (overdruk) - f 1,— . . . . .	1968
43	KAAI, C.: Control of stem nematode attack in onions with 0,0-diethyl 0-2 pyrazinylphosphorothioate („Zinphos") and 0-phenyl N,N' dimethylphosphorodiamide („Nellite") (overdruk) - f 1,— . . . . .	1968

publicaties van het proefstation

44	FRANKEN, A. A. en BACKUS, C. T. G.: Onderzoek naar de mogelijkheid van groene asperges in Nederland - f 2,50 . . . . .	1968
45	VERLAAT, J. G.: Hulpmiddelen en technieken voor het onderzoek in kas en laboratorium ten behoeve van het onkruidbestrijdingsonderzoek in de groenteteelt - f 2,75 . . . . .	1968
46	VERLAAT, J. G.: Algemene problematiek van de chemische onkruidbestrijding in de vollegronds groenteteelt (overdruk) - f 1,— . . . . .	1968
47	VAN KAMPEN, J. en WIEBOSCH, W. A.: Onderzoek met enkele regulatoren voor de zaadteelt van ui ( <i>Allium cepa</i> L.) - f 2,— . . . . .	1969
49	FRANKEN, A. A. en BACKUS, C. T. G.: Resultaten van kruisingen van produktieve vrouwelijke en produktieve mannelijke planten bij asperge - f 3,—	1970
50	SCHONEVELD, J. A.: Arbeidskundig onderzoek bij het centraal sorteren van asperge - f 2,75 . . . . .	1970
51	VAN KAMPEN, J.: Verkorting van de kweekcyclus bij ui ( <i>Allium cepa</i> L.) - f 5,— . . . . .	1970
52	FRANKEN, A. A., SNOEK, N. J. en WELLES, A. G.: Sortering en kwaliteit van waspeen bij verschillende zaadhoeveelheden en oogsttijdstippen - f 3,50	1971
54	SCHONEVELD, J. A.: Bedrijfsplanning en bedrijfsvoering (overdruk) - f 1,25	1971
56	WIEBOSCH, W. A. en KARSTEN, J. E.: Invloed van kou en gibberelline op rustbreking en opbrengst bij geforceerde rabarber - f 4,— . . . . .	1971
57	PGV, ILR en ITT: Het rooien van knolselderij - f 3,— . . . . .	1971
58	VAN BAKEL, J. M. M. en KERSTENS, Mej. J. A.: Footrot in asparagus caused by fusarium oxysporum f. sp. asparagi - topwilting in asparagus (overdruk) - f 1,50 . . . . .	1971
59	PGV, ILR en ITT: Het rooien van winterwortelen - f 3,— . . . . .	1971
61	KAAL, C.: Systemische nematiciden (overdruk) - f 1,25 . . . . .	1972
62	KAAL, C. en KOERT, J. L.: Die Wirkung von Phytosol gegen Stengelnematodenbefall an Zwiebeln (overdruk) - f 1,50 . . . . .	1972
63	VERLAAT, J. G. en JONKERS, J.: Laboratorium- en kasonderzoek naar verschillen in gevoeligheid voor de herbiciden methabenzthiazuron en bentazon bij doperwterassen - f 2,25 . . . . .	1973
64	SCHONEVELD, J. A.: Werkmethoden bij de oogst van bloemkool - f 7,—	1973
65	HELLINGS, A. J.: Eisen inzake de kwaliteit van sproeiwater voor vollegronds groentegewassen (overdruk) - f 1,50 . . . . .	1973

**RAPPORTEN**

32	VAN KAMPEN, J.: Verkenning van de groenteteelt in de Verenigde Staten van Noord-Amerika - f 2,50 . . . . .	okt. 1968
34	SCHONEVELD, J. A.: Oriëntatie van het machinaal rooien van witlofwortels in de praktijk - f 2,— . . . . .	sept. 1969
42	FRANKEN, A. A. en BACKUS, C. T. G.: Aspergeteelt onder tunnels van zwart plastic - f 1,50 . . . . .	mei 1970
44	FRANKEN, A. A. en BACKUS, C. T. G.: Plantafstanden bij de teelt van witte asperges - f 1,50 . . . . .	
45	FRANKEN, A. A., BACKUS, C. T. G., VISSIA, R. en HUIJS, J. P. G.: Oogstmechanisatie bij asperge - f 1,75 . . . . .	dec. 1970 dec. 1970
46	VERLAAT, J. G. en SCHEERINGA, J.: Spinazierassen en herbiciden - f 1,50	jan. 1971
47	KARSTEN, J. E.: De teelt en het forceren van rabarber in het westelijk deel van Yorkshire (Engeland) - f 1,50 . . . . .	maart 1971
48	FRANKEN, A. A., PLOEGER, C. en SCHONEVELD, J. A.: Studiereis naar Engeland en Ierland van 22 september t.m. 3 oktober 1970 - f 2,75 . .	maart 1971
49	SCHAAP, C. en FRANKEN, A. A.: Precisiezaai bij radijs - f 1,50 . . . . .	april 1971
50	DE KRAKER, J.: Onderzoek naar geschiktheid voor de machinale pluk van slabonen in 1970 - f 1,75 . . . . .	april 1971
51	DE KRAKER, J. en FRANKEN, A. A.: Plantverbandonderzoek bij kroot in 1969 en 1970 - f 2,— . . . . .	mei 1971
52	KARSTEN, J. E. en WIEBOSCH, W. A.: Onderzoek over chemische loof-doding bij peen en kroot - f 3,— . . . . .	juni 1971
53	VLUG, J.: Zaa- en planttijden bij herfstwittekool in 1969 en 1970 - f 1,50	okt. 1971
54	KARSTEN, J. E., WIEBOSCH, W. A. en VAN KRALINGEN, N.: Forceerproeven en biochemisch onderzoek met het rabarberas Timperley Early in 1970/1971 - f 3,— . . . . .	febr. 1972
55	SCHAAP, C. en RIEPMA, P.: Vooronderzoek met radijsselecties voor de zomerteelt in 1971 - f 2,25 . . . . .	febr. 1972
56	SNOEK, N. J.: Landelijke rassenproeven met spruitkoolhybriden in 1970 - f 2,25 . . . . .	april 1972

*publicaties van het proefstation*

- 57 FRANKEN, A. A. en DE KRAKER, J.: Zaatijdenonderzoek bij stamslabonen in 1970 - f 2,— . . . . . april 1972
- 58 FRANKEN, A. A., DE KRAKER, J. en SCHAAP, C.: Onderzoek naar precisie-zaai bij stamslabonen in 1969 en 1970 - f 2,50 . . . . . mei 1972
- 59 HELLINGS, A. J.: Waterhuishouding en ontwikkeling van de beregening in Engeland - f 3,— . . . . . mei 1972
- 60 BACKUS, C. T. G. en FRANKEN, A. A.: Invloed van de lengte van het oogstseizoen op de opbrengst van asperge - f 1,50 . . . . . sept. 1972
- 61 KARSTEN, J. E.: Literatuurstudie over de ontkieming en opkomst van veldgewassen door behandeling met regulatoren - f 2,50 . . . . . okt. 1972
- 62 FRANKEN, A. A. en VLUG, J.: Onderzoek naar de mogelijkheden van eenmalige oogst bij augurken - f 2,— . . . . . okt. 1972
- 63 SCHAAP, C.: Gebruikswaarde-onderzoek met radijsselecties van het type ronde helderrode in 1971 - f 1,75 . . . . . dec. 1972
- 64 NEUVEL, J. J., SCHAAP, C. en FRANKEN, A. A.: Gebruikswaarde-onderzoek van zes verschillende procédés van zaadomhulling in 1969, 1970 en 1971 - f 3,— . . . . . jan. 1973
- 65 SNOEK, N. J.: Landelijke rassenproeven met spruitkoolhybriden in 1971 - f 3,— . . . . . jan. 1973
- 66 KARSTEN, J. E. en WIEBOSCH, W. A.: Forceerproeven met het rabarber-ras Timperley Early in 1971/1972 - f 1,50 . . . . . jan. 1973
- 67 SCHONEVELD, J. A., HENDRIKS, J. P. en HAK, P. S.: Loofvernietiging bij enkele groentegewassen door middel van thermische behandeling - f 2,25 . . . . . jan. 1973
- 68 VLUG, J. en FRANKEN, A. A.: Onderzoek naar de mogelijkheden van continueelt bij kropsla - f 2,25 . . . . . febr. 1973
- 69 VLUG, J.: Gebruikswaarde - onderzoek 1968 t.m. 1971 met witte kool voor de verwerking tot zuurkool - f 2,— . . . . . april 1973
-