

Berekening bij de teelt van kropsla

C. Ploegman

Berekening bij de teelt van kropsla

De betekenis van kropsla neemt de laatste jaren belangrijk toe. De afzet van het produkt hangt voornamelijk af van de vroegheid van de oogst, het kropgewicht en de kwaliteit; deze hangen op hun beurt in grote mate af van de watervoorziening (Stolp [2]). Speciaal voor de tuinbouw onder glas is een tijdige watervoorziening noodzakelijk (De Vos, Braams, Ten Cate [3]). De toepassing vindt grotendeels plaats door kunstmatige beregening. Hieraan zijn vele voordelen maar ook nadelen verbonden (Stolp [1]). Belangrijk is het verband van de beregeningsintensiteit met het structuurbehoud en met een zo gelijkmatig mogelijke waterverdeling over het gehele begroeide oppervlak. Beregening wordt in toenemende mate geautomatiseerd en ofschoon dit wel een arbeidsbesparing betekent, is het nog geen waarborg voor een tijdige watervoorziening.

In eerste instantie zal de uitdrogingsgrens van de grond waarbij nog geen nadelige effecten op de groei van het gewas optreden, moeten worden vastgesteld. Elke beregening moet worden afgestemd op de grondsoort, de verbruikte hoeveelheid water in de grond en de bewortelingsdiepte van het gewas. De frequentie zal afhangen van de verdampingsintensiteit, de bedekkingsgraad en uiteraard van de hoeveelheid per keer toegediend water.

Het verloop van de vochtspanning van de grond kan bepaald worden door middel van bemonstering of met behulp van een tensiometer en een pF-curve. De vaststelling van het juiste tijdstip van en de hoeveelheid water bij beregening is moeilijk aan te geven. Tegenwoordig wordt sla, geheel naar eigen inzicht van de tuinbouwer van water voorzien; dit is echter niet de manier om maximale opbrengsten te verkrij-

gen. De watergift en frequentie om dit te bereiken hangen onder andere af van bodem- en klimaatfactoren en de eigenschappen van het gewas. In het volgende is voor kropsla de invloed van het vochtgehalte van de grond op de opbrengst en de kwaliteit nagegaan.

Opzet proeven met resultaten

Het onderzoek werd verricht in een onverwarmde kas met zijluchting en doorlopende nokluchting. De proeven werden uitgevoerd in eternieten potten van 70 cm hoogte en 50 cm diameter, gevuld met een laag van 5 cm grind en 5 cm rivierzand als drainagelaag en daarboven een teeltlaag van ca. 60 cm, bestaande uit een lichte humusrijke kleigrond bij één proef en uit een lichte humus- en grindhoudende zandgrond bij een andere. Van beide grondsoorten is een pF-curve gemaakt (fig. 1). Aan de hand van deze curven zijn vier uitdrogingsgrenzen (vochttrappen) bepaald waarbij respectievelijk ca. 20 %, 40 %, 60 % en 100 % van de totale hoeveelheid beschikbaar water wordt opgenomen, hetgeen overeenkomt met pF 2,2; 2,6; 3,3 en 4,2.

De proeven zijn uitgevoerd bij een weeuwenteelt van Meikoningin, waarbij is gezaaid in oktober, geplant in februari en geoogst ongeveer eind april.

Er zijn vier herhalingen per object aangelegd. Bij elke proef is uitgegaan van homogeen plantmateriaal, meestal in perskluit opgekweekt, terwijl 4 planten per proefpot zijn uitgepoot. Als bemesting voor de grondsoorten is mengmeststof (12-10-18) in 10 g per pot gebruikt. Door gebruik van in de praktijk toegepaste bestrijdingsmiddelen werden plantenziekten voor-

komen. De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden door een thermo-hygrograaf geregistreerd. Het vochtgehalte in de grond is bepaald door bemonstering met een grondboortje of met een tensiometer. Bij de laatste methode kan elke vochtspanningsverandering in de grond tijdens of na berekening vrijwel direct worden afgelezen.

De vochtmonsters gestoken over de totale bewortelingsdiepte werden in een droogstoof gedurende een dag bij 105°C gedroogd.

De gebruikte tensiometer (diepte 30 cm) bestaat uit een P.V.C.-buis gevuld met gedestilleerd water, waarbij aan het ene eind een poreus potje en aan het andere eind een manometer (U-vormige glasbuis met kwik) is bevestigd. Ter bepaling van de zuigspanning in cm water in de grond, wordt het verschil in cm tussen de kwikkolommen in de manometer vermenigvuldigd met het s.g. van kwik 13,6. De berekende zuigspanning in cm water kan, zoals aangegeven in tabel 1, worden uitgedrukt in pF (log. van de zuigspanning in cm water). Komt de vochtspanning in de grond door uitdroging hoger dan pF 2,7 dan is de tensiometer door luchtinlaat via het poreuze potje onbetrouwbaar.

Een grond is op veldcapaciteit, als deze na waterverzadiging is uitgezakt. Het vochtgehalte bij veldcapaciteit (V.C. pF 2,0, 100 % beschikbaar vocht) vermindert met dat bij verwelkingspunt (V.P. pF 4,2, 0 % beschikbaar vocht) is de totaal beschikbare hoeveelheid vocht voor de plant in vol. % uitgedrukt (zie fig. 1). Ofschoon wel opbrengsten van een object 'veldcapaciteit' zijn bepaald, zijn om technische redenen geen regelmatige vochtbepalingen van deze vochttrap verricht.

Het vermogen om het water vast te houden is afhankelijk van de grondsoort. Bij klei met een veldcapaciteit van 27,0 vol. % en een verwelkingspunt van 11,0 vol. %, is de totale beschikbare hoeveelheid water 16 mm per 10 cm worteldiepte. In de zandgrond echter is de beschikbare hoeveelheid water tussen pF 2,0 en pF 4,2, 10 mm/10 cm (tabel 2).

Door regelmatige vochtbemonstering van beide grond-

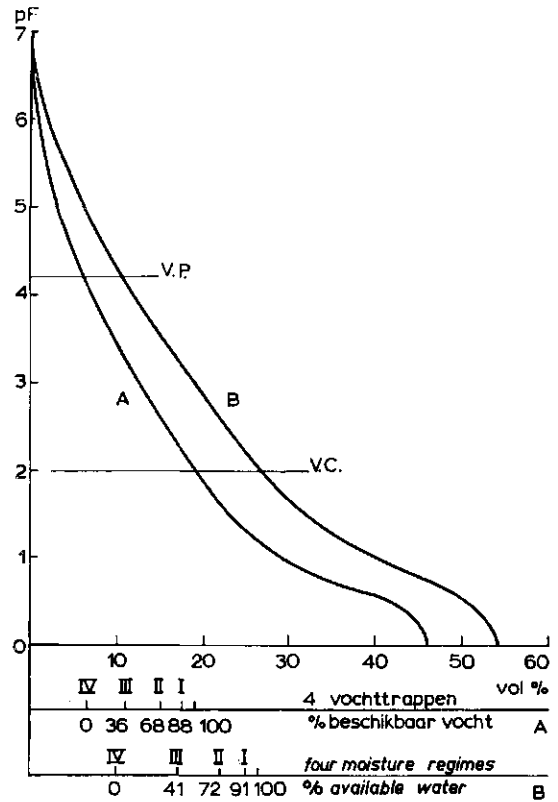


Fig. 1. Het verband tussen het vochtgehalte (vol. %) en de vochtspanning (pF) van zand (A) en klei (B). De vier vochttrappen (I, II, III en IV) met de uitdrogingsgrenzen respectievelijk pF 2,2; 2,6; 3,3 en 4,2 zijn voor beide grondsoorten aangegeven/The relation between the moisture percentage (vol. %) and the moisture tension (pF) of a sand (A) and a clay loam soil (B). The tension limits of pF 2.2; 2.6; 3.3 and 4.2 of the four moisture regimes I, II, III and IV are given for each soil type

Tabel 1. Onderdruk in cm (Hg) omgerekend in vochtspanning (pF) van de grond/Suction in cm (Hg) converted in moisture tension (pF)

Onderdruk in cm Hg	Onderdruk in cm H ₂ O	pF
7,35	100	2,0
23,50	320	2,5
30,00	408	2,6
37,50	510	2,7
73,50	1000	3,0
235,00	3200	3,5
735,00	10000	4,0
Suction in cm Hg	Suction in cm H ₂ O	pF

Tabel 2. Veldcapaciteit en de verschillende vochtgrenzen (I, II, III en IV) weergegeven in vol. % en pF van klei en zand gebruikt bij de proeven/*Field capacity and the various tension limits (I, II, III and IV) given in vol. % and pF of a clay soil and a sandy soil used in the experiments*

Behandeling	% beschikbaar	Klei			Zand		
		Vol. %	pF	Watergift mm/10 cm wortelzone	Vol. %	pF	Watergift mm/10 cm wortelzone
V.C.	100	27,0	2,0		17,0	2,0	
I	80	24,0	2,2	3	15,0	2,2	2
II	60	21,0	2,6	6	13,0	2,6	4
III	40	16,0	3,3	11	10,0	3,3	7
IV (V.P.)	0	11,0	4,2	16	7,0	4,2	10

Treatment	% available	Clay			Sand		
		Vol. %	pF	mm water supplied per 10 cm root zone	Vol. %	pF	mm water supplied per 10 cm root zone

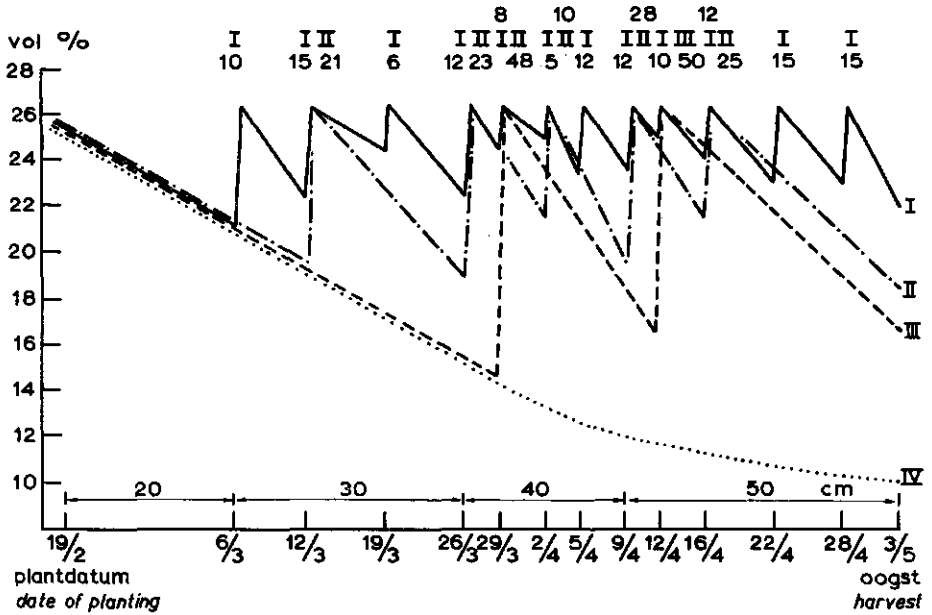
soorten werd de mate van uitdroging vastgesteld. Uit dit vochtverloop van de gehele groeiperiode werd het gemiddelde vochtgehalte en daaruit de gemiddelde vochtspanning bepaald. Bij het bereiken van de uitdrogingsgrens van elke behandeling werd berekening toegepast (fig. 2). Dit werd uitgevoerd met behulp van druppeldoppen om een gelijkmatige verdeling en een lage intensiteit te verkrijgen.

De beregeningsfrequentie is bij de droge objecten kleiner, maar de hoeveelheid te geven mm water per berekening groter (tabel 3).

De hoeveelheid water die beschikbaar is voor de plant, wordt dus geringer naarmate de grond uit-

droogt. Door de grotere hoeveelheid beschikbaar water van een kleigrond is de beregeningsfrequentie daarbij kleiner dan bij een zandgrond. Het totale waterverbruik wordt bepaald door het aantal uitgevoerde beregeningen en de watergift per keer. Een sterke relatie werd waargenomen zowel bij klei als zand tussen waterverbruik en vers kropgewicht (tabel 3). Stellen we de opbrengst van object I gelijk aan 100, dan is de reductie in grammen per krop van object I naar object IV respectievelijk 7,0; 14,5 en 70,5 % voor klei en 3,5; 17,0 en 94,5 % voor zand. Bij berekening van een flink gewas sla is de mogelijkheid echter niet uitgesloten dat in het hart van de

Fig. 2. Het verloop van het vochtgehalte (vol. %) bij de vier vochttrappen in klei tijdens de groeiperiode. De vochtbemonsteringsdiepte is onderaan in cm en de watergift van elke behandeling bovenaan in mm weergegeven/The soil moisture trend (vol. %) of the four moisture regimes in a clay-loam soil during the growing period. The depth of moisture sampling is given at the bottom in cm and the amount of water supplied for each treatment is given at the top in mm



krop water binnendringt, wat tot rotting kan leiden. Ter voorkoming van ziekteverschijnselen is het van belang dat een gewas niet te lang nat blijft. In figuur 3a, waar alle waarnemingen van zand en klei zijn samengevoegd, is het vers kropgewicht uitgezet tegen de gemiddelde vochtspanning van de grond gedurende de groeiperiode. Hieruit blijkt dat een hoge gemiddelde vochtspanning, zowel in een zand- als een kleigrond, het kropgewicht van sla nadelig beïnvloedt. Als bij pF 2,0 de kropopbrengst (340 g) op 100 wordt gesteld, dan is de reductie aan versgewicht bij pF 2,2 al 14% en bij pF 2,6 reeds 34%.

Uit figuur 3b blijkt dat de opbrengst voor beide grondsoorten lineair samenhangt met het waterverbruik. Voor het verkrijgen van 340 gram kropgewicht bij pF 2,0 na 70 groeidagen is circa 145 mm water verbruikt. Dit betekent een gemiddelde waterbehoefte van 2,07 mm per groeidag. Een vermindering in totaal waterverbruik van 20 mm geeft in dit geval reeds een kropgewichtreductie van 18 %, zodat de opbrengst dan (volgens fig. 3a) overeenkomt met de opbrengst bij een gemiddelde vochtspanning van pF 2,3 (uitdrogingsgrens pF 2,6). In een kleigrond is tussen pF 2,0 en pF 2,6 aan beschikbaar water 27,0-21,0 vol. %

Tabel 3. De invloed van de watervoorziening op de opbrengst van kropsla in klei- en zandgrond (geplant 19 februari 1957)/*The influence of irrigation on the yield of lettuce grown on a clay- and a sandy soil (planted February 19, 1957)*

Behandeling	Grondsoort	Groeidagen na het planten	Gem. pF	Aantal water-giften	mm berekening	Gem. beschikbaar water in %	Totaal water-verbruik	Opbrengst in g per krop
I	klei/clay	73	2,1	12	5-15	95	154	365
II		73	2,3	5	20-30	75	142	340
III		73	2,5	2	40-50	63	130	312
IV		73	3,3	0	0	40	58	109
I	zand/sand	70	2,1	15	5-15	80	153	342
II		70	2,4	7	20-30	68	144	330
III		70	2,6	3	40-50	60	116	284
IV		70	3,6	0	0	25	31	36

<i>Treatment</i>	<i>Soil type</i>	<i>Growth period after planting</i>	<i>Mean pF</i>	<i>Number of irrigations</i>	<i>mm irrigation</i>	<i>Mean available water in %</i>	<i>Total water use</i>	<i>Yield in grams/head</i>
------------------	------------------	-------------------------------------	----------------	------------------------------	----------------------	----------------------------------	------------------------	----------------------------

= 6,0 vol. % of 6 mm per 10 cm diepte. Een doorwortelbare teeltlaag van 40 cm dik zal voor de plant tot pF 2,6 namelijk $4 \times 6 \text{ mm} = 24 \text{ mm}$ beschikbaar water geven. Bij een waterbehoefte van 2,07 mm per groeidag moet na ongeveer 11 dagen water worden toegevoerd om de vochtspanning van de grond niet beneden pF 2,6 te laten komen. Hieruit volgt, dat kropsla met een groeiperiode van 70 dagen op een kleigrond zeker 6 maal moet worden beregend.

In figuur 4 zijn alle gegevens van drogestofgehalten in % uitgezet tegen de gemiddelde vochtspanning van de grond. Evenals dit het geval was voor de versgewichtopbrengst (fig. 3), blijkt uit figuur 4 dat samenvoeging van de resultaten op zand- en kleigrond geoorloofd is. Het percentage droge stof blijft gelijk tot een pF van ca. 2,6 en stijgt hierboven zeer snel. Hieruit blijkt dat de droge-stofproductie tot

pF 2,6 vrijwel constant is, ofschoon een afname van de vers-gewichtproductie optreedt (zie fig. 3a). Boven pF 2,6 blijft een afname in de vers-gewichtproductie optreden (fig. 3a), het percentage droge stof neemt echter toe (fig. 4).

Uit de relatie tussen opbrengst in vers gewicht, waterverbruik en gemiddelde vochtspanning van de grond blijkt, dat indien een uitdrogingsgrens van pF 2,6 of hoger wordt aangehouden geen maximale sla-opbrengst verwacht kan worden. Figuur 5 laat zien, dat de watervoorziening ook voor de kwaliteit zeer belangrijk is. Alle kroppen (var. Meikonigin) zijn genomen uit een proef op zandgrond met de gemiddelde vochtspanning der 4 aangehouden vochttrappen, namelijk 1: pF 2,1; 2: pF 2,4; 3: pF 2,6 en 4: pF 3,6. De kwaliteit van krop 1 is prima, vaste vorm en goede kleur, van 2 is de vastheid reeds minder,

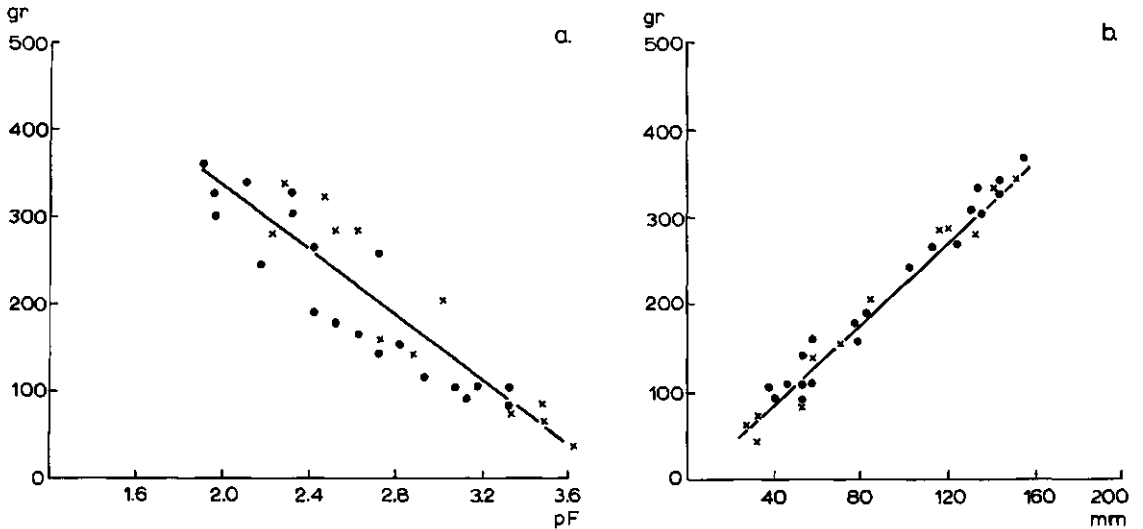


Fig. 3. Het effect van de gemiddelde vochtspanning in pF (a) en het waterverbruik in mm (b) op het versgewicht in grammen per krop bij sla geteeld in het voorjaar (. klei; x zand)/The effect of the mean moisture tension in pF (a) and the water-use in mm (b) on the fresh weight in grams per head of lettuce grown in spring (. clay-loam; x sand)

maar de kleur nog goed. Nummer 3 toont geen vaste kropvorm meer, terwijl de bladkleur ook donkerder groen was. Aan 4 is geen slakrop meer te herkennen. De kleur van de buitenste bladeren was geelbruin en de binnenste donkergroen. De kwaliteit gaat dus snel achteruit bij uitdrogen van de grond. Gaat de uitdrogingsgrens verder dan 40 % van het beschikbaar water in de grond (pF 2,6), dan wordt het produkt onverkoopbaar. Hetzelfde resultaat werd verkregen bij de kropslaproeven in een kleigrond. Er is niet waargenomen dat ziekten en/of rand bij grotere of kleinere frequentie der berekening toenam.

Conclusie

Een berekening van kropsla zal slechts dan een nuttig effect hebben als rekening wordt gehouden met de beschikbare hoeveelheid water van de betreffende

grondsoort. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van een pF-curve. In de eerste plaats is het mogelijk door bemonstering de pF van de grond te bepalen en dan door berekening verdere uitdroging dan minimaal 40 % beschikbaar water (pF 2,6) te voorkomen en daarmee een goede opbrengst en kwaliteit van kropsla te verzekeren.

De bepaling van de vochtspanning in de grond is ook mogelijk met behulp van kwiktensometers. De vochtbepaling door het nemen van grondmonsters kan wortelbeschadiging veroorzaken en vraagt veel tijd. Met een kwiktensometer zijn geringe veranderingen van het vochtgehalte van de grond regelmatig waarneembaar. De eenmaal geplaatste tensiometer geeft geen wortelbeschadiging, maar is wel kwetsbaar en dient een goede aansluiting aan het grondpakket te hebben. Een automatische regeling van de vocht-

Drogestof %
dry weight percentage

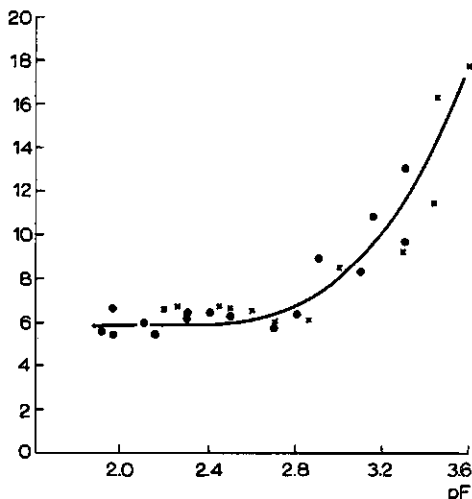


Fig. 4. De invloed van de gemiddelde vochtspanning in pF op het droge stofpercentage bij kropsla (·, klei; x zand)/The influence of the mean moisture tension in pF on the dry weight percentage of lettuce (·, clay-loam; x sand)

toestand in de grond kan met een op de regeninstallatie aangesloten tensiometer, die als relais wordt gebruikt, plaatsvinden. Als instelregeling kan worden gedacht aan een onderdruk van ca. 23,5 cm Hg (pF 2,5), waarna de contacttensiometer de watervoorziening kan stoppen bij een onderdruk van ongeveer 7 cm kwik (veldcapaciteit, pF 2,0).

Teneinde te lange regenduur achtereen te voorkomen, kan niet zonder een tijdsklok worden gewerkt, daar de tensiometer pas na enige tijd op de regengift reageert. Is de regenduur, die door de tijdsklok wordt bepaald, te kort geweest, dan zal bij de volgende beregeningsstand van de tijdsklok, de tensiometer weer een volgen-

de gift toestaan. Is de gift voldoende geweest, dan verhindert de tensiometerschakeling verdere beregening.

Samenvatting

Door kunstmatige beregening in kassen is de waterhuishouding te allen tijde te regelen. De watergift per keer en de frequentie hangt af van de worteldiepte, de beschikbare hoeveelheid water in de grond, het tijdstip en het waterverbruik van het gewas. In potproeven werden vier verschillende vochttrappen aangelegd voor kropsla in een zand- en een kleigrond. De vochtspanning varieerde tussen pF 2,0 en pF 2,2; 2,6; 3,3 en 4,2. Het versgewicht werd op beide grondsoorten door uitdrogen ongunstig beïnvloed. Terwijl het waterverbruik, ondanks het verschil in beschikbare hoeveelheid van zand en klei, toch bij beide lineair samenhangt met de opbrengst. De beregeningsfrequentie (tabel 3) hangt af van de mate van uitdrogen van de grond en is bij een zandgrond groter dan bij een kleigrond. Het droge-stof gehalte blijft gelijk tot een gemiddelde vochtspanning van ongeveer pF 2,6 en neemt daarna snel toe. Dit laatste heeft echter geen waarde voor de praktijk. De kwaliteit van sla werd ongunstig beïnvloed door verschil in vochtgehalte van de grond tijdens de groeiperiode. Bij de uitdrogingsgrenzen pF 3,3 en pF 4,2 van de grond waren de kroppen onverkoopbaar.

Literatuur

1. Stolp, D.W.: *De waterhuishouding in de tuinbouw*. Meded. Dir. Tuinb. 15, (1952): 693-712.
2. Stolp, D.W.: *Bodemvocht en groenteteelt op een hoge zandgrond*. Versl. Landbouwk. Onderz. 66.16, 1960.
3. Vos, N.M. de, B.W. Braams en H.R. ten Cate: *Waterbeheersing in de tuinbouw*. Tjeenk Willink, Zwolle, 1960.

ZAND

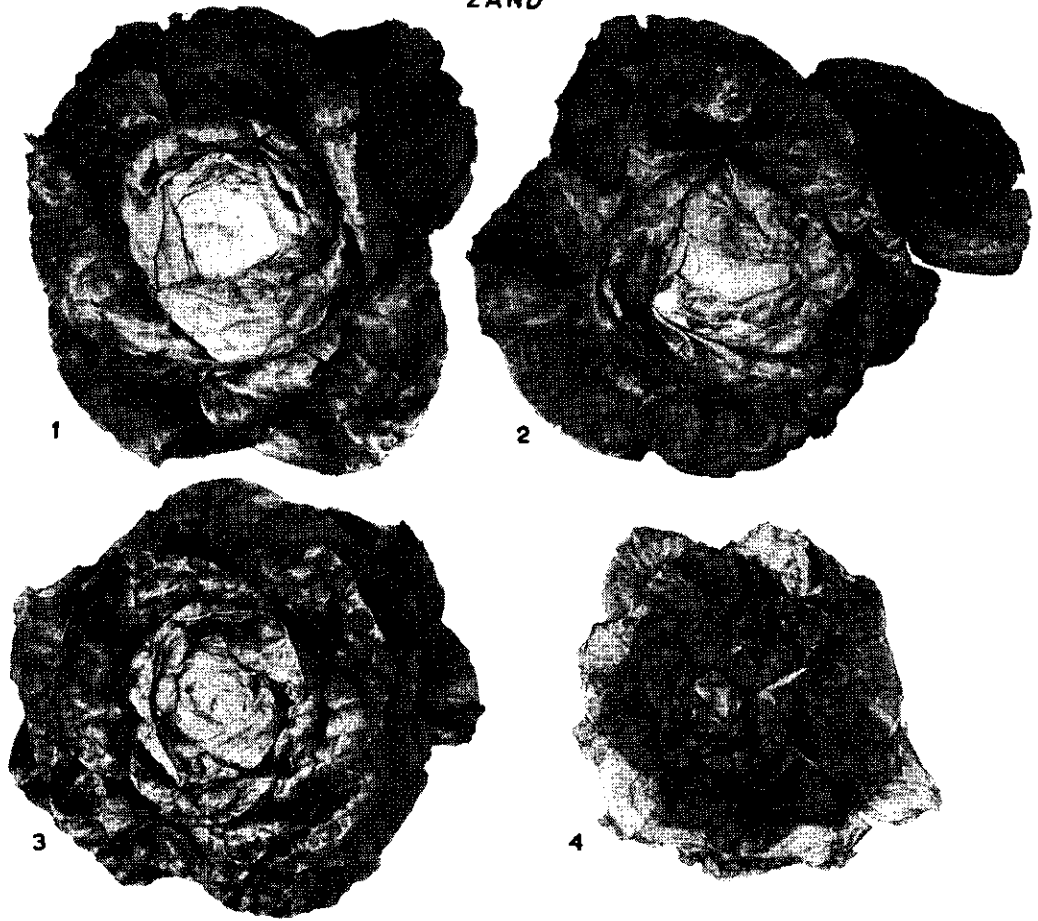


Fig. 5. Het effect van de watervoorziening op de kwaliteit van kropsla in zandgrond (1 tot 4 geven de kwaliteit bij de uitdrogingsgrenzen van respectievelijk pF 2,2; 2,6; 3,3 en 4,2)|The effect of various water regimes on the quality of lettuce grown in a sandy soil (1 to 4 give the quality at tension limits of respectively pF 2.2; 2.6; 3.3 and 4.2)

Summary

Sprinkling of cabbage lettuce – C. Ploegman, Institute for Land and Water Management Research, Wageningen.

Yield- and quality experiments were carried out with lettuce at four different water regimes on a sandy soil and a clay-loam. The moisture tension varied between field capacity and predetermined tensions, i.e. pF 2.2, 2.6, 3.3, and 4.2. The frequency of irrigations depended therefore on rooting depth, evaporation conditions, the tension limit chosen and the shape of the pF curve (figure 1 and 2).

Fresh weight yield sharply decreased linearly with an increase in the log of the mean moisture tension (figure 3a). At the same time total water-use had a linear relation with yield (figure 3b). The dry weight percentage remained more or less the same from mean pF 2.0 up to 2.6 and increased strongly at higher values (figure 4). The quality of the lettuce head was in so far influenced by the various moisture treatments that at the tension limits of pF 3.3 and 4.2, the heads were not marketable (figure 5).

A yield of 340 gram per head was obtained in 70 days with a total water-use of 145 mm (figure 3b). The average daily water-use therefore was 2.07 mm. With a for growth and quality highest permissible pF of 2.6, the available amount of moisture per 10 cm root depth is 6 mm (figure 1). For a total root depth of 40 cm, the amount of water which can be used is 24 mm. This means that with a water-use per day of 2.07 mm, the most favorable irrigation frequency is approximately 11 days.