

67  
Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
05  
G  
84

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS,  
TE NAALDWIJK.

BIBLIOTHEEK  
Proefstation voor de Groenten- en  
Fruittelt onder Glas te Naaldwijk

DE INVLOED VAN DE VOCHTSPANNING OP DE WORTELONTWIKKELING  
VAN SLA 1956 I.

door:

C. GROENEWEGEN,

C.J. V.D. POST

Naaldwijk, 1960

2220261

De invloed van de vochtspanning op de wortelontwikkeling van sla 1956 I.

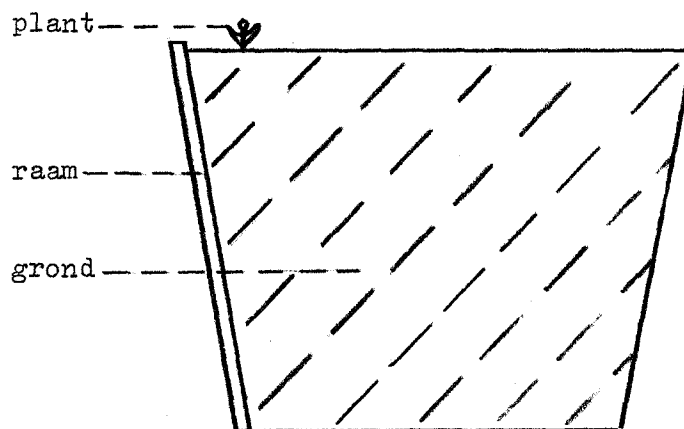
1. Inleiding.

Bij de sla bewortelingsproeven in 1954-1955 <sup>wortel</sup> werden waarnemingen verricht waarbij werd vastgesteld, dat de wortelgroei van sla sterk beïnvloed wordt door de temperatuur. Tevens werden aanwijzingen gevonden, dat bij de wortelontwikkeling ook andere factoren, met name de vochtspanning en de doorluchting van invloed zijn. (zie verslag: Wortelontwikkeling bij sla 1954-1955 door C. Groenewegen). Het werd nodig geoordeeld de verschillende factoren, die de wortelgroei beïnvloeden afzonderlijk na te gaan. In dit verslag wordt een proef besproken waarbij de invloed van de vochtspanning op de wortelontwikkeling is nagegaan.

2. Proefopzet.

Voor de proef zijn vier houten bakken vervaardigd met een inhoud van ongeveer 200 liter (zie figuur 1).

figuur 1.



Doorsnede wortelbak.

De bodem en drie zijwanden van elke bak werden bekleed met asfalt papier om uitdroging van de grond tegen te gaan. Aan de voorzijde van de bakken werden ramen geplaatst om de wortelgroei te kunnen controleren.

De ramen werden van het licht afgesloten door zwart verduisteringslinnen. Het geheel was in kap 4 van W 9 (WI) ondergebracht. De bakken werden gevuld met geestgrond afkomstig uit warenhuis II (W 21) van de proeftuin. De grond is chemisch onderzocht (bijlage 1) en reeds eerder was <sup>van</sup> deze grond in Wageningen een pF-curve vervaardigd. (bijlage 2). Er moet echter rekening mee worden gehouden, dat de pF-curve betrekking heeft op de ongestoorde grond in het warenhuis.

Ten einde de gewenste vochtspanning te verkrijgen, is in alle bakken spinazie gezaaid. Zodra in een bepaalde bak de gewenste vochtspanning was bereikt, werd de spinazie afgesneden.

Voor het bepalen van de vochtspanning werd gebruik gemaakt van tensiometers. In de bakken 1, 2 en 3 werd een tensiometer geplaatst op 25 cm diepte. In bak 4 werden drie tensiometers geplaatst, resp. 20, 35 en 55 cm diepte. In bak 1 werd een Observatietensiometer gebruikt, die verticaal in de grond werd geplaatst. De overige tensiometers waren op het Proefstation vervaardigd en werden door de zijwand van de bak horizontaal in de grond aangebracht.

Bij het uitplanten was de vochtspanning in de bakken als volgt:

|        |                                      |
|--------|--------------------------------------|
| bak 1. | 20 cm kwikdruk op 25 cm diepte.      |
| bak 2. | 15 cm     "     "     25 cm     "    |
| bak 3. | 1.8 cm     "     "     25 cm     "   |
| bak 4. | a 2.2 cm     "     "     20 cm     " |
|        | b 2.0 cm     "     "     35 cm     " |
|        | c 1.2 cm     "     "     55 cm     " |

In de bakken 1 en 2 is dus gestart met een vrij hoge vochtspanning; tijdens de teelt werd geen water gegeven. In bak 3 is na de spinazie de grond weer vochtig gemaakt; door regelmatig gieten en na half mei zeer vaak is de vochtspanning laag gehouden. Bak 4 is evenals bak 3 begonnen met een lage vochtspanning; hierin is tijdens de teelt geen water toegediend.

Voor elk raam zijn drie sla planten uitgepoot; verder is de bak regelmatig vol gepoot. Het gebruikte ras was Attractie.

### 3. Waarnemingen.

Na het planten werden de vochtspanning van de grond en de temperatuur van de lucht regelmatig gemeten (bijlage 3 en 4). Over de ontwikkeling van het gewas, zowel boven-als in de grond werden aantekeningen gemaakt. De wortelgroei is viermaal overgenomen op doorzichtig plastic.

F voor het raam

Vanaf het plastic werd het wortelbeeld overgebracht op papier. Door telkens andere kleuren te gebruiken kon een indruk worden verkregen van de wortelontwikkeling in een bepaalde periode. Van het aldus vastgelegde wortelbeeld zijn later foto's gemaakt (bijlage 5 en 6).

In bak 1 is de vochtspanning gemeten met een tensiometer van het type "Observer". Het nadeel van deze tensiometer is zijn temperatuur gevoeligheid. Het bovengrondse deel bevat een grote hoeveelheid water, die bij stijging en daling van de temperatuur resp. uitzet en inkrimpt. De metingen met deze tensiometer zijn dan ook zeer onbetrouwbaar. (bijlage 3). De overige tensiometers zijn op het proefstation vervaardigd en bezitten een isolerende dubbele plastic buis en een open kwikmanometer. Deze tensiometers reageren niet op de luchttemperatuur en werken betrouwbaar.

#### 4. Het verloop van de proef.

De sla is op 23 april 1956 uitgeplant in de bakken en op 29 mei geoogst. Gedurende de gehele groeiperiode is de luchttemperatuur nogal hoog geweest. Reeds om 9 uur 's morgens werd steeds een temperatuur van  $22^{\circ}\text{C}$  en hoger gemeten. Terwijl de temperatuur soms opliep tot boven  $30^{\circ}\text{C}$ . In het gebruikte gedeelte van W 9 kon slechts beperkt worden gelucht. In het algemeen was de temperatuur dus te hoog voor slagewas. De planten groeiden daardoor zeer snel en te welig.

Om na het uitplanten de hergroei goed mogelijk te maken, is in de droge bakker een laagje vochtige grond van 5 cm dikte bovenop aangebracht.

##### a. Groeiverloop in bak 1 (hoge vochtspanning).

Vanaf het uitplanten is de groei onvoldoende geweest. Er werden dan ook vrijwel geen wortels gevormd. Slechts enkele zeer dunne wortels waren vanaf 1 mei tot op 14 cm diepte voor het raam zichtbaar. De bovengrondse ontwikkeling was zeer slecht en enkele dagen na het uitplanten kreeg de sla een donkergroene kleur. Tot 7 mei was er vrijwel geen groei van blad en wortels.

Op 14 mei hadden de wortels een diepte van 25 cm bereikt. Enkele wortels bleven in de boven laag en groeiden niet meer. Tot bij de controle op 18 mei waren er in de zone van 0-25 cm slechts enkele zeer dunne en opvallend kronkelig gegroeide wortels aanwezig. Na 18 mei nam de wortel vorming beneden 25 cm iets toe. Er werden toen dikkere wortels gevormd (sterk bezet met wortelharen). De grond werd op deze diepte ook geleidelijk vochtiger.

Vanaf 22 mei werd in de ondergrond een onregelmatig zij wortelvorming waargenomen.

Enkele van deze zijwortels werden opvallend lang (tot 35 cm). De bovengrondse ontwikkeling bleef gering en het blad was tot de oogst zeer donkergroen. Bij de oogst bedroeg het gemiddelde plantgewicht slechts 10 g. Hoewel de tensiometer zeer onbetrouwbaar was ("Observator") werd de indruk gewekt, dat juist op het moment van de zijwortel groei (22 mei) de vochtspanning zeer snel hoger werd (bijlage 3).

b. Groeiverloop in bak 2.

Aanvankelijk verliep de ontwikkeling ongeveer zoals in bak 1: dus een slechte wortelgroei op. <sup>ming en</sup> Onvoldoende groei van bovengrondse delen. In de zone van 0-25 cm trad vrijwel geen wortelgroei op.

Vanaf 7 mei was er een toename van de wortelgroei beneden 25 cm. Deze toename werd gevolgd door een snelle stijging van de tensiometer na 11 mei. Na 18 mei werden korte zijwortels gevormd (korter dan in bak 1), doch alleen in de iets vochtiger grond op groter diepte dan 25 cm. De wortels bereikten een diepte van 60 cm, de bodem van de bak.

Bij de controle op 22 mei waren de hoofd- en ook de zijwortels tot op een diepte van 35 cm bruingrijs geworden en de wortelharen afgestorven. Ook in deze bak waren de wortels opvallend dun. Na 25 mei stond de groei praktisch stil. Bij de oogst op 29 mei was het gemiddeld kropgewicht 37,5 g. De bovengrondse ontwikkeling was dus iets beter dan in bak 1, doch verre van voldoende. Na 15 mei kon de verdere uitdroging niet meer worden gemeten omdat het meet bereik van de kwikmanometer overschreden werd (bijlage 3).

c. Groeiverloop in bak 3 (bijlage 5, foto's 1 t/m 4).

In deze bak werd reeds op 1 mei een sterke wortel ontwikkeling en een snelle groei van de bovengrondse delen waargenomen. Bij de controle op 7 mei was er een sterke toename van de wortels tot een diepte van 35 cm. Wat opviel, was de horizontale groeirichting van de wortels (zie bovenin foto 2).

Ook op 14 mei ging de vorming van min of meer horizontaal gerichte wortels nog steeds door en werden beneden 35 cm de eerste zijwortels gevormd. Op 18 mei bereikten de wortels de bodem van de bak (60 cm). Bovendien werden zowel boven als onderin steeds nieuwe wortels gevormd (foto 3). Vanaf 22 mei groeide de sla bovengronds zeer snel en begon te schieten. In de bovenste 20 cm van de bak stierven wortels af, maar werden ook weer nieuwe gevormd. Beneden 40 cm was het wortelstelsel sterk vertakt. De wortels waren aanmerkelijk dikker dan die in de bakken 1, 2 en 4.

Bij de oogst op 29 mei was het gemiddelde kropgewicht 225 g. De vochtspanning



heeft een regelmatig verloop gehad en heeft alleen op 14 en 22 mei iets meer geschommeld (bijlage 3 en 4). Ondanks de lage vochtspanning trad "rand" op. Uiteraard was door de zeer snelle groei het gewas zeer welig en daardoor gevoelig voor rand. Bij de oogst bleek het merendeel van de wortels tot 25 cm diepte iets bruin te zijn met afgestorven wortel punten.

d. Groeiverloop in bak 4 (bijlage 6, foto's 5 t/m 8).

Evenals in bak 3 was hier vanaf het begin een sterke groei, zowel van wortel als van bovengrondse delen. Op 7 mei hadden de wortels in deze bak reeds een diepte van 48 cm bereikt. De wortels groeiden opvallend recht naar beneden.

Bij de controle op 14 mei was de groei van de wortels sterk toegenomen. Er werden zijwortels gevormd, terwijl in de bovenlaag van de bak nieuwe wortels verschenen. De vertikale beworteling viel steeds meer op (vgl. foto's 2 en 6).

Vanaf 18 mei was er een sterke toename van zijwortels in de lagen dieper dan 30 cm. De hoofdwortels bereikten de bodem van de bak. De oudere wortels in de bovenste 30 cm werden grijsbruin.

Bij de controle op 22 mei werd vastgesteld, dat in de boven laag geen nieuwe wortels meer werden gevormd. Beneden 35 cm ontwikkelde zich een sterk vertakt wortel stelsel. De wortels werden evenwel minder dik dan die van bak 3. Bij de oogst op 29 mei was het gemiddelde kropgewicht 90 g.

In bak 4 gaven de tensiometers interessante reacties te zien (bijlage 3 en 4). Tot op 12 mei liep de bovenste tensiometer (4a) slechts langzaam op tot 5,5 cm kwik. Daarna volgde een snelle stijging en viel tegelijkertijd een sterke vorming van hoofd- en zijwortels waar te nemen. Tensiometer 4b, die op 12 mei nog slechts een stand 2,8 aangaf ging regelmatig oplopen terwijl tensiometer 4c nog maar langzaam omhoog kwam. Na 18 mei vond er in de gehele doorwortelde laag een sterke vocht onttrekking plaats. Tensiometer 4a ging toen met sprongen omhoog en was na 21 mei niet meer meetbaar (meetbereik manometer overschreden). Ook 4b en 4c gaven na 18 mei een sterke stijging te zien. Dit was in overeenstemming met de wortelvorming zoals deze voor het raam zichtbaar was. (N.B. om het onklaar raken van de kwikmanometers te voorkomen is op 23 mei wat water nabij de tensiometer toegediend zie bijlage 3 en 4).

5. Discussie en samenvatting.

1. Bij het uitplanten was de vochtspanning in de bakken 1 en 2 te hoog voor het goed aanslaan van de planten. Bij de uitgangs vochtspanning van 20 en 15 cm kwikdruk of wel een pF van 2,4 en 2,3 bevat de gebruikte grond nog maar zeer

weinig water dat voor de plant opneembaar is (bijlage 2). De plant heeft kennelijk voor het aanslaan (vorming van nieuwe wortels) behoefte aan gemakkelijk opneembaar water. Mogelijk geldt dit des te sterker, naarmate de verdamping groter is (zonnig weer, hoge temperaturen onder glas). De mogelijkheid van ionen-transport speelt hierbij wellicht ook een rol.

2. Voor een snelle wortelgroei moet de vochtspanning laag zijn. In bak 3 werden dank zij regelmatig gieten tot aan de oogst toe ook boven in de bak nieuwe wortels gevormd (foto 3). In bak 4 verplaatst<sup>t</sup> de zone van wortelgroei zich met het uitdrogen van de grond geleidelijk naar beneden. In een vochtige grond is de diffusie van water en ionen naar de groeiende wortels steeds voldoende snel.

3. In een zeer vochtige grond is de vertakking van het wortelstelsel minder sterk (bak 3) dan in een geleidelijk droger wordende grond (bak 4). Door regelmatig gieten is de grond mogelijk iets verdicht en een deel van de ionen uitgespoeld. Ofwel is het transport van ionen zo snel, dat de wortelgroei beperkt kan blijven. Ook bij de proeven in 1954-1955 werd op de vochtige veengrond een weinig vertakt wortel stelsel gevonden.

4. In een droge grond worden veel dunnere wortels gevormd dan in een vochtige grond. Het meest opvallend was het verschil in bezetting met wortelharen. In bak 3, die steeds vochtig werd gehouden, werden echter dikkere wortels aangetroffen dan in bak 4, terwijl de bezetting met wortelharen in beide bakken zeer sterk was. Bij de proeven in 1954-1955 werden de dikste wortels ook juist in de veengrond aangetroffen.

5. Bij de beoordeling van de wortelgroei in de bakken moet rekening gehouden worden met de hoge grond temperatuur en de sterke verdamping. Een steeds vochtige grond, als in bak 3, zou bij een lage temperatuur en een geringe verdamping wellicht een veel ongunstiger beeld hebben gegeven. Een slechtere doorluchting zou dan zijn opgetreden.

6..De eigenschappen van de gebruikte grond wat betreft de waterhuishouding (bijlage 2) komen zeer goed naar/voren in de bakken 3 en 4. Het gemakkelijk opneembaar water is spoedig verbruikt. In bak 3 moest vaak water gegeven worden om de vochtspanning laag te houden. Zodra een vochtspanning van 5 à 6 cm kwik is bereikt loopt de tensiometer zeer snel op. Vooral onder omstandigheden met een zeer sterke verdamping zoals in de besproken proef, is dit duidelijk gebleken.

oktober 1959.

AvB

De Proefnemers,  
C. Groenewegen en  
Ir. C.J. van der Post

# VERSLAG

Bijlage 1

Brief no. ....

Monster(s) ontvangen: omtrent het onderzoek van grondmonster(s) van:

DE HEER

Bodemkartering.

Grond uit W 2

Bestemd voor sla putten.

Kosten: f .....

Gelieve te storten giro no. 293110

Vlugge betaling bespaart U onkosten

Naaldwijk, ..... 19.....

| Volg-<br>nummer | Merk v.h.<br>monster | Orga-<br>nische stof<br>% | Ca CO <sub>3</sub><br>% | p H | Na CL <sup>*)</sup> | Gloeirest<br>(extract)<br>% | N-<br>water <sup>*)</sup> | P-<br>water <sup>*)</sup> | K-<br>water <sup>*)</sup> | Magne-<br>sium<br>a.z. <sup>**)</sup> | Mangaan<br>a.z. <sup>**)</sup> | Ijzer<br>a.z. <sup>**)</sup> | Alumi-<br>nium<br>a.z. <sup>**)</sup> |
|-----------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|-----|---------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 5130            | —                    | 2.4                       | 0.35                    | 7.1 | 0.027               | 0.20                        | 8.5                       | 3.3                       | 12.0                      | 84                                    | 2.5                            | 0.9                          | 0.7                                   |

Advies:

Niet besproken analysecijfers zijn normaal voor betreffende grond.

Alle cijfers zijn omgerekend op bij 105°C gedroogde grond.

Alle hoeveelheden mest zijn, tenzij nadrukkelijk anders vermeld, bedoeld per vierkante roe.

\*) Uitgedrukt in mg. per 100 g. grond.

\*\*) Uitgedrukt in delen per miljoen in het extract.



# BIJLAGE 2

Slibhoudende zandgrond (geestgrond)

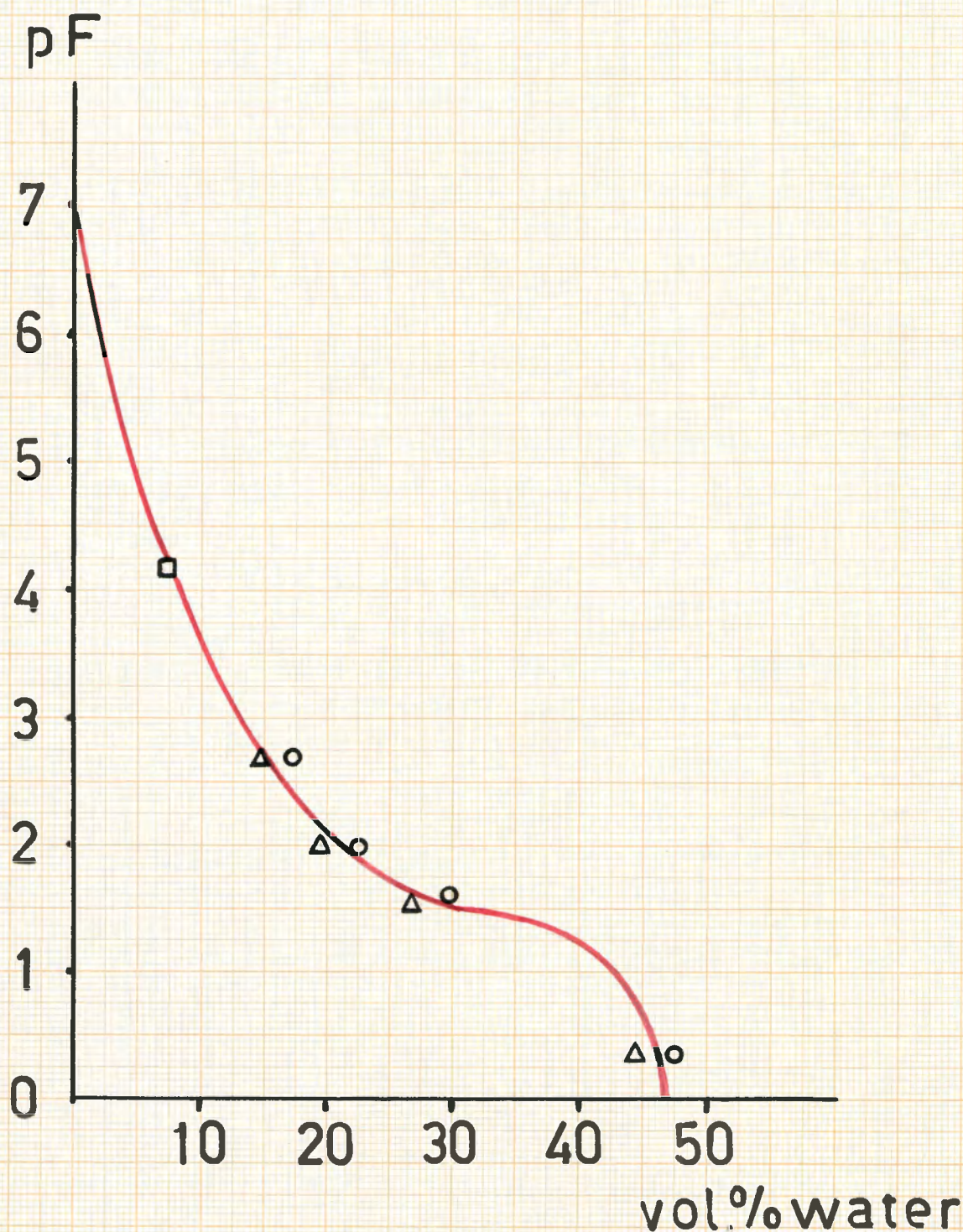
Proefstation \_\_\_\_\_ warenhuis II

bemonsterings diepte : 30cm.-mv.

datum : voorjaar 1955

o ring 14 vol.gew 1.38

Δ ring 22 vol.gew.1.36





## Tensiometerstanden in cm kwik druk.

| Datum    | uur | temp.<br>in °C | Bak<br>1 | Bak<br>2 | Bak<br>3 | a    | Bak 4<br>b | c    |  |
|----------|-----|----------------|----------|----------|----------|------|------------|------|--|
| april 26 | 9   | 24             | 20       | 15       | 1.8      | 2.2  | 2.0        | 1.2  |  |
| 27       | 17  | 23             | 22       | 18       | 1.8      | 2.4  | 2.2        | 1.2  |  |
| 30       | 9   | 22.5           | 19       | 19       | 1.5      | 2.2  | 2.2        | 2.0  |  |
| mei 1    | 9   | 26             | —        | 19       | 2.0      | 2.7  | 2.6        | 1.2  |  |
| 2        | 9   | 26.5           | —        | 19       | 2.2      | 3.0  | 2.6        | 1.2  |  |
| 3        | 17  | 27             | 19       | 20       | 2.2      | 3.3  | 2.6        | 1.2  |  |
| 4        | 9   | 24             | 13       | 20       | 2.2      | 3.4  | 2.6        | 1.2  |  |
| 4        | 18  | 25             | 21       | 19       | 2.0      | 3.3  | 2.6        | 1.2  |  |
| 5        | 9   | 27             | 11       | 20       | 2.1      | 3.4  | 2.6        | 1.1  |  |
| 7        | 9   | 24.5           | 13       | 20       | 2.1      | 3.9  | 2.7        | 1.2  |  |
| 8        | 9   | 24             | 12       | 22       | 2.1      | 4.1  | 2.7        | 1.2  |  |
| 11       | 18  | 22             | 25       | 24       | 1.8      | 5.5  | 2.8        | 1.4  |  |
| 14       | 9   | 26             | 9        | 28       | 3.0      | 10.5 | 4.5        | 1.8  |  |
| 15       | 12  | 33             | 11       | 33       | 4.0      | 12.5 | 6.0        | 2.6  |  |
| 16       | 9   | 26             | 15       | ⌘)       | 3.9      | 14.0 | 6.5        | 3.2  |  |
| 16       | 19  | 23             | 26       |          | 3.7      | 16.0 | 7.5        | 3.8  |  |
| 17       | 9   | 23             | 18       |          | 3.3      | 16.5 | 8.0        | 4.0  |  |
| 18       | 12  | 26             | 19       |          | 3.5      | 24.0 | 11.5       | 6.0  |  |
| 19       | 10  | 22             | 24       |          | 3.7      | 27.0 | 13.5       | 8.0  |  |
| 21       | 14  | 28.5           | 31       |          | 3.9      | 38.0 | 23.0       | 19.0 |  |
| 22       | 16  | 29             | 33       |          | 5.2      | ⌘)   | 23.5       | 24.5 |  |
| 23       | 9   | 26             | 26       |          | 5.6      |      | 18.5-)     | 24.5 |  |
| 24       | 9   | 27             | 32       |          | 5.4      |      | 20.0       | 28.0 |  |
| 25       | 16  | 24             | 39       |          | 5.5      |      | 25         | 33.0 |  |
| 26       | 12  | 26             | 39       |          | 5.6      |      | 27         | ⌘)   |  |
| 29       | 9   | 25             | 37       |          | 8.1      |      | ⌘)         |      |  |

⌘) wegens beperktheid open kwikmanometer het meetbereik van de tensiometer overschreden.

-) nabij de tensiometer enig water gegeven om overschrijding meetbereik te voorkomen.



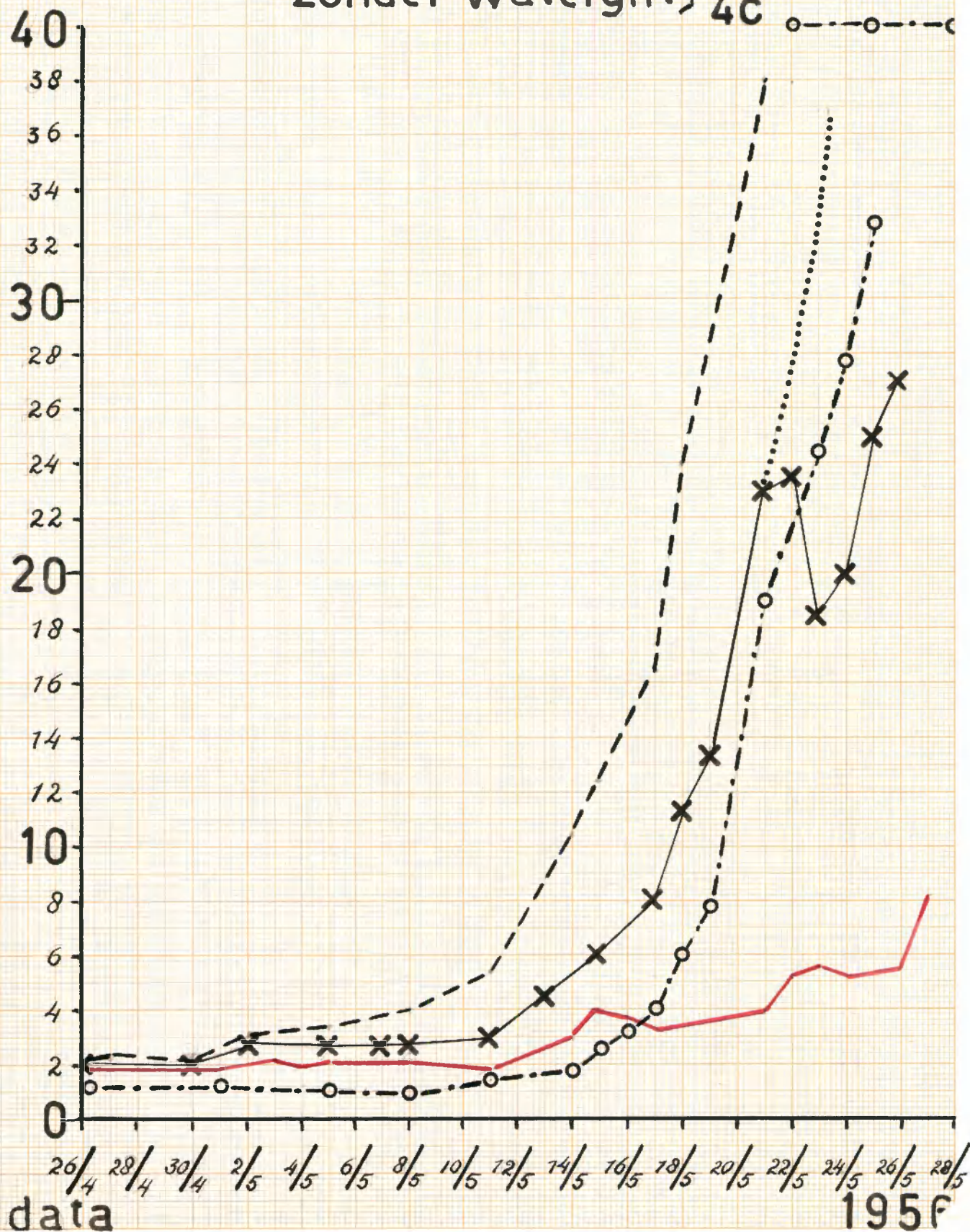
# Het verloop van de vochtspanning

bak 3

cm  
kwikdruk

geschat vervolg  
zonder watergift

4a  
4b  
4b  
4c



SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956  
OBJECT: REGELMATIG GIETEN  
WORTELGROEI VAN 23-4 TOT 1-5-1956

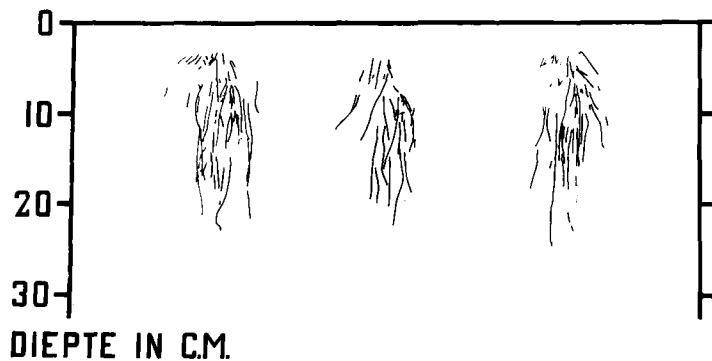
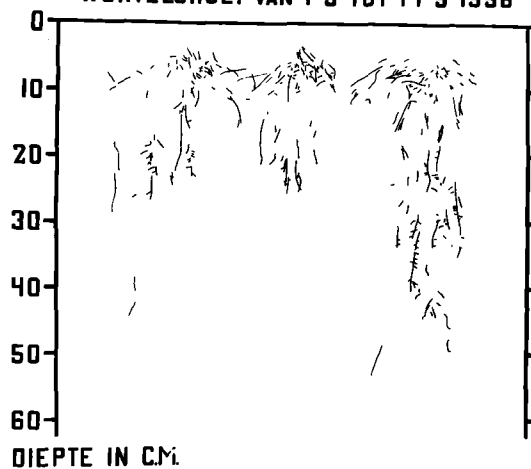


foto 1 Vertikale beworteling.

foto 2 Vrijveel horizontaal gericht-  
te wortels.

SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956  
OBJECT: REGELMATIG GIETEN  
WORTELGROEI VAN 1-5 TOT 14-5-1956



SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956  
OBJECT: REGELMATIG GIETEN  
WORTELGROEI VAN 14-5 TOT 29-5-1956 (DOGST)

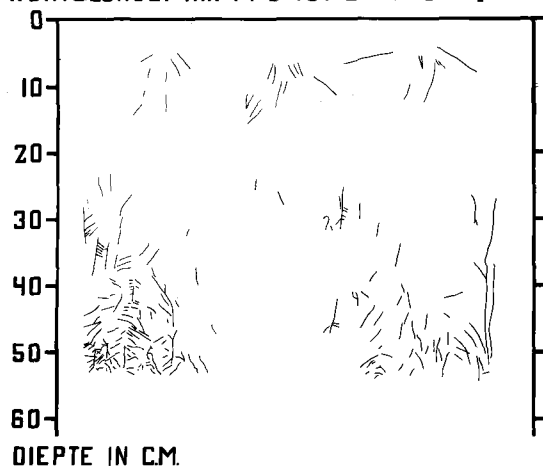
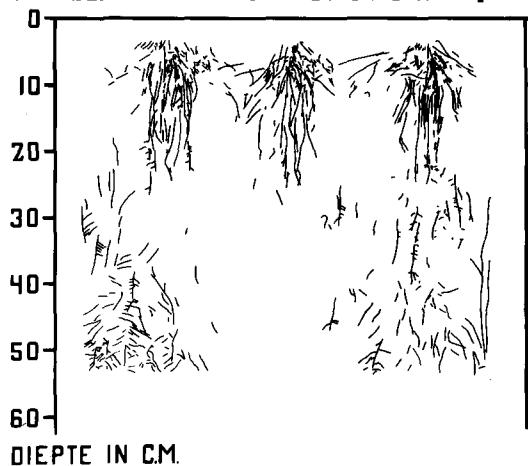


foto 3 Ook boven in de bak worden nog  
nieuwe wortels gevormd.

foto 4 Totaal wortelbeeld.

SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956  
OBJECT: REGELMATIG GIETEN  
WORTELGROEI VAN 23-4 TOT 29-5-1956 (DOGST)



**SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956**  
**OBJECT: NIET GIETEN**  
**WORTELGROEI VAN 23-4 TOT 1-5-1956**

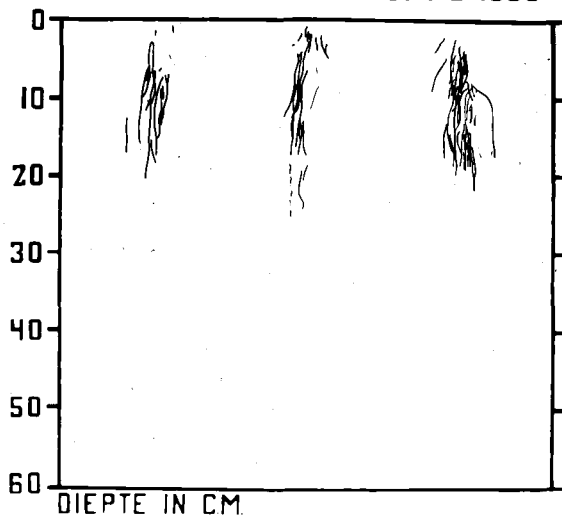


foto 5 Vertikale beworteling.

foto 6 Regelmatige verplaatsing van wortels naar de diepte.

**SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956**  
**OBJECT: NIET GIETEN**  
**WORTELGROEI VAN 1-5 TOT 14-5-1956**

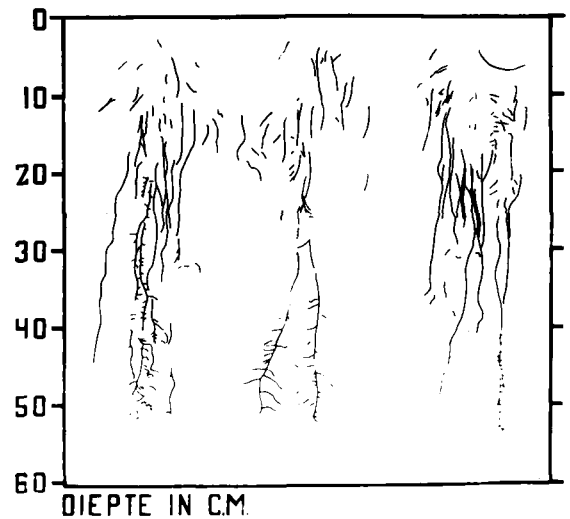


foto 7 Alleen in de vochtige zone worden wortels gemaakt.

**SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956**  
**OBJECT: NIET GIETEN**  
**WORTELGROEI VAN 14-5 TOT 29-5-1956 [DOGST]**

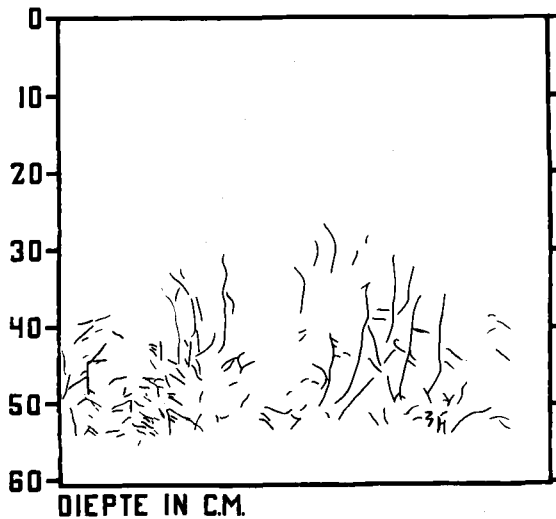


foto 8 Totaal wortelbeeld.

**SLA, RAS ATTRACTIE, UITGEPLANT OP 23-4-1956**  
**OBJECT: NIET GIETEN**  
**WORTELGROEI VAN 23-4 TOT 29-5-1956 [DOGST]**

