

NOTA 796 ^{II}

voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

febr 1974

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

NN31545.0796

HET VERKRIJGEN EN HANDHAVEN VAN VOCHTSPANNINGEN IN
GROND MET BEHULP VAN TENSIOETERCUPS

Ing. W.B. Verhaegh

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, 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



INLEIDING

Voor het onderzoek naar de reactie van gewassen op aeratie is het vaak noodzakelijk, dat men de vochtspanning van de grond beheerst. Bij aeratieproeven in het verleden werd de vochtspanning van de grond geregeld door het periodiek toevoegen van water aan potten tot een bepaald gewicht. Bij deze methode kan het vochtgehalte tussen de watergiften vrij sterk fluctueren.

In het nu volgende is een methode beschreven, om met behulp van tensiometercups, aangebracht in de grond van proefpotten de vochtspanning praktisch op constant niveau te handhaven.

MATERIAAL

T e n s i o m e t e r c u p s

Hiervoor worden gebruikt ongeglazuurde aardewerkbuisjes van 5 - 10 cm lang, diameter ca. 1,9 cm en met een wanddikte van 1,5 à 2 mm. De cups zijn van gietklei van Vingerling, gedurende 20 minuten gebakken bij 1080°C (mededeling mevrouw Koenigs, Bennekom).

De bovenkant van de cup wordt afgesloten met een dubbel doorboorde rubber kurk, waarin twee hard nylon slangetjes een van 3 x 4 mm, de aan- afvoerslang, en een van 3 x 1,5 mm, de ont- luchtingsslang, bevestigd zijn.

Een van deze slangen die van 3 x 4 mm wordt gebruikt als verbin- dingsslang met een manometer of waterreservoir. De andere van 3 x 1,5 mm dient als ontluchtingsslang, om de luchtbellens die zich in het systeem kunnen vormen te verwijderen, door het systeem door te spoelen met ontlicht water. Tijdens gebruik is de ontluchtingsslang afgesloten.

Voor het bevestigen van de kurk in de cup zijn verschillende lijmsorten gebruikt, o.a. araldite, dit is de twee componentenlijm no. AV 138 en harder HV 998 van C.I.B.A-Geigy, waarvan een harde kap wordt gemaakt over de kurk en cuprand.

Een meer flexibele verbinding geven bisonkit en ankerweld no. 101. Bij araldite zal de kans op beweging van de kurk minimaal zijn. Maar omdat keramisch materiaal en araldite verschillend reageren op water komt het bij verschillende baksels voor, dat de tensiometercups scheuren, waardoor lekkage optreedt.

Bij bisonkit en ankerweld, bestaat dit gevaar niet, maar voor het gebruik als tensiometer is de grotere flexibiliteit een nadeel.

Een vereiste is dat de lijm zoveel mogelijk waterbestendig is.

B e p a l i n g w e e r s t a n d :

De cups fig. 1(a) worden een dag in water gelegd en daarna wordt de weerstand voor waterstroming van de cups bepaald. Bij de ondergedompelde cup in waterbad (b) wordt aan de meetbuis (c) een constante onderdruk aangebracht. Dit door middel van een waterstraalpomp (d) met afzuigerlemeyer (e) van 2,5 liter als buffer. De onderdruk uitgedrukt in mbar, P, wordt afgelezen op een kwikmanometer (f).

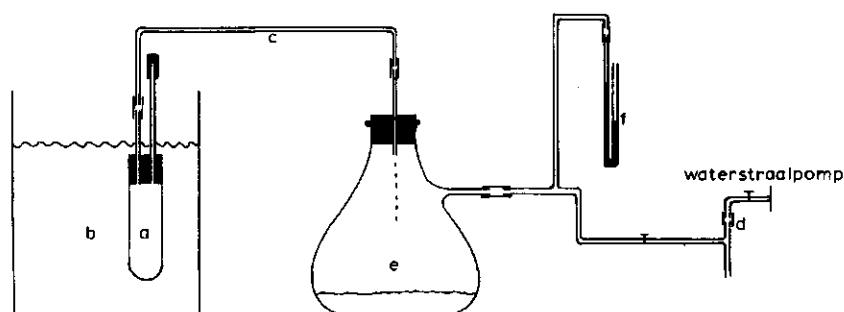


Fig. 1. Meetopstelling bij de bepaling van de weerstand en het doorslagpunt van de poreuze cups

De hoeveelheid water in cm^3 , Q, die per t.sec door de cup wordt gezogen, wordt afgelezen aan de verplaatsing van een luchtbel in het slangensysteem. De weerstand per cm tensiometercup is:

$$W = \frac{P \cdot t \cdot l}{Q} \text{ sec./cm}$$

l = lengte tensiometercup.

Voorbeeld berekening:

Stel: P = 20 cm kwikkolom = 272 cm H_2O kolom of circa 272 mbar

l = 7 cm

Q = $1,57 \text{ cm}^3$ (ϕ meetslang is 2 mm, verplaatsing luchtbel is 50 cm dus Q is $3,14 \times 0,01^2 \times 50 = 1,57 \text{ cm}^3$).

t = 30 sec.

Hieruit volgt:

$$W = \frac{272 \times 30 \times 7}{1,57} = 36\ 380 \text{ sec/cm}$$

Bij de door ons gebruikte meetopstelling en vaste waarden van P en Q van respectievelijk 272 mbar. en $1,57 \text{ cm}^3$ is de meettijd 25 à 60 sec.

Door gebruik in de grond wordt de weerstand 1,5 à 2 keer hoger.

D o o r s l a g p u n t

Na de bepaling van de weerstand wordt de tensiometercup uit het waterbad gehaald en afgedroogd. De zuigspanning wordt stapsgewijs opgevoerd, tot in het leidingsysteem tussen tensiometercup en afzuigerlemeyer, de luchtbelllen in beweging komen, doordat lucht door de cupwand wordt gezogen. Dit is het zogenaamde doorslagpunt. De hierbij behorende zuigspanning wordt op de manometer afgelezen. Het doorslagpunt van de gebruikte cups ligt tussen 800 en 900 mbar.

M e e t t e n s i o m e t e r

Deze bestaat uit een poreuze cup met een lengte van 3 à 5 cm en een diameter van 1,5 mm.

De weerstand $W = 13\ 000$ à $21\ 600 \text{ sec/cm}$. Het doorslagpunt is groter dan 1000 mbar. De gebruikte kwikmanometer heeft een diameter van 1,25 mm. Als verbindingsslang is nylonslang gebruikt van 1,5 x 1,0 mm. Voordeel van deze zeer dunne tensiometer is de geringe verstoring van de grond bij het inbrengen.

OPSTELLING IN EXPERIMENT

Er is een opstelling gemaakt om de invloed van aeratie te bepalen, op de mate waarin jonge tomatenplanten worden aangetast door de in de grond aangebrachte schimmel *Fusarium oxysporum*.

Onderzoek is uitgevoerd door Dr. Z. Frank Israel (mycologische deel) en W.B. Verhaegh (bodempysisch deel) in de periode oktober 1972 - juli 1973.

De gebruikte pot is van een hard plastic met de afmetingen zoals in fig. 2 weergegeven. De inhoud is $\approx 1040 \text{ cm}^3$.

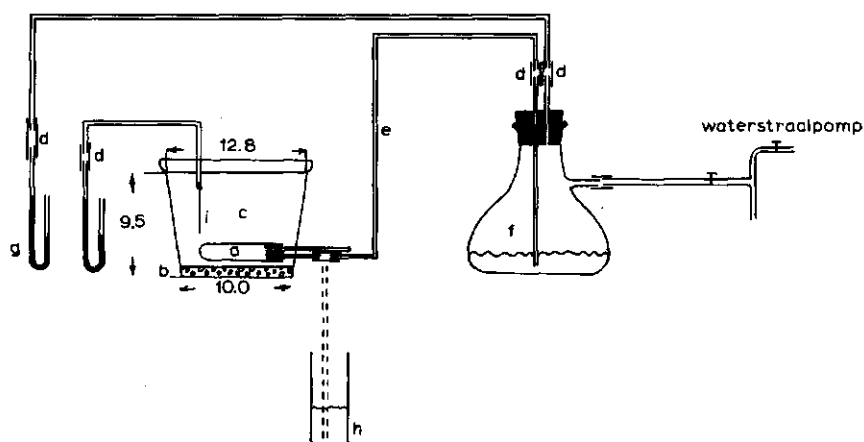


Fig. 2. Opstelling en wijze van afzuiging bij de proeven

Het invullen van de pot en de plaats van de tensiometers was bij de test als volgt: (fig.2). De bodem van de pot wordt gevuld met ca. 60 cm^3 filtergrind (b). Dit filtergrind wordt afgedekt met een laagje glasvlies. Hierop een laagje grond van circa 0,5 cm dikte, waarop 2 tensiometercups (a) naast elkaar worden gelegd, waarbij de beide aan iedere tensiometercup bevestigde slangetjes, door in de zijwand van de pot geboorde gaatjes, naar buiten komen.

Daarna wordt de pot zorgvuldig verder ingevuld, zodat de gebruikte grond (c) zeer gelijkmatig over de hele pot verdeeld is. De twee tensiometers worden nu met elkaar verbonden, door de slang met een ϕ van $3 \times 1\frac{1}{2} \text{ mm}$ in de slang met een ϕ van $4 \times 3 \text{ mm}$ te schuiven, waarbij voor een goede afdichting een weinig vacuumvet wordt gebruikt.

Als verbinding van de tensiometer met de verbindingsslang (e) is een butylrubberslang (d) gebruikt, zo ook bij de aansluiting van de verbindingsslang met de afzuigerlemeyer (f). Dit is om de verbindingen snel te kunnen verbreken en het systeem af te sluiten met klemmen.

Door nu een onderdruk door middel van de waterstraalpompe in afzuigerlemeyer (f) aan te leggen zal deze onderdruk ook in tensiometercup (a) optreden. De onderdruk kan afgelezen worden op kwikmanometer (g). Op deze manier kan men elke gewenste zuigspanning tot 900 mbar. kiezen.

Indien er bij een proef geen hogere zuigspanningen dan 100 à 150 mbar. noodzakelijk zijn, is het mogelijk een onderdruk aan te leggen, door een watergevulde verbindingsslang in een maatglas te hangen {(fig. 2; (h))}. Hierbij wordt de zuigspanning bepaald door het hoogteverschil tussen tensiometercup en waterniveau in het maatglas. Iedere verandering van het hoogteverschil met één cm geeft een verandering van de zuigspanning met één mbar.

Bij gebruik van maatglazen met een vrij grote diameter (10 cm) zal de fluctuatie van het waterniveau als gevolg van wateronttrekking of opname te verwaarlozen klein zijn.

Om de zuigspanning in de grond te kunnen meten wordt vanaf de oppervlakte van de pot, de meettensiometer (i) vertikaal in de grond gedrukt.

TESTMETINGEN

Voor de testmetingen en ook voor de proeven is rivierklei gebruikt met de volgende samenstelling.

Granulaire samenstelling:

$$< 2\mu = 18,3; 2 - 16\mu = 14,7; 16 - 50\mu = 23,8 < 50\mu = 43,2$$

gewichtsprocenten.

$$\text{pH} = 7,5 \quad \text{Organische stofgehalte} = 2,8\% \quad \text{en} \quad \text{CaCO}_3 = 7,8\%$$

Ook is er op het laboratorium een pF curve bepaald bij een droge dichtheid, ρ_d , van 1,36 en 1,41 gr/cm³ (fig. 4) blz. 8.

W e r k w i j z e

Bij de test is $\approx 955 \text{ cm}^3$ van de pot ingevuld met vochtige grond met 12,0 gewichtsprocenten water, tot een dichtheid overeenkomend met een droge dichtheid (ρ_d) van $1,36 \text{ gr/cm}^3$.

Het poriënvolume van de gebruikte grond is nu bij een soortelijk gewicht (s.g.) van 2,65 gelijk aan 48,7 vol % volgens de formule

$$\text{por.vol.} = 1 - \frac{\rho_d}{\text{s.g.}} = 1 - \frac{1,36}{2,65} \times 100 = 48,7 \text{ vol } \%$$

Er is met vochtige grond ingevuld met bovenvermeld gewichtspercentage water. Dit is noodzakelijk om de grond op de gewenste dichtheid te kunnen samendrukken.

Na het vullen zijn de potten gedurende 6 à 10 uur verzadigd in een waterbad. Daarna laat men gedurende 10 à 15 uur de potten uitlekken. De tensiometers zowel onder als boven in de pot, worden nu gevuld met ontlucht gedemineraliseerd water. Dan het hele systeem aansluiten, zoals beschreven is bij de constructie (fig. 2) en de gewenste zuigspanning aanleggen.

De registratie van het waterverlies geschiedt op twee manieren en wel a) door wegen van de potten; b) door opvangen en meten van het onttrokken water.

B e n o d i g d e t i j d v o o r h e t b e r e i k e n v a n e v e n w i c h t t u s s e n d e a a n g e l e g d e o n d e r d r u k e n d e v o c h t s p a n n i n g i n d e g r o n d

De insteltijd voor de verschillende vochtspanningsniveaux is weergegeven in fig. 3a. Uit deze figuur blijkt, dat het meeste water bij iedere trap gedurende de eerste uren na het aanbrengen van de zuigspanning onttrokken wordt. Indien de meettensiometer, die boven in de pot geplaatst is dezelfde zuigspanning aangeeft als de aangelegde in de cups, kan men aannemen, dat de vochtspanning in de gehele pot in evenwicht is. Zoals blijkt uit de figuur is de tijd voor het bereiken van evenwicht tussen een zuigspanning van 270 en 500 mbar vrij lang (7 dagen). Reden hiervoor kan zijn: dat tijdelijk de onderdruk is weggevallen door lekkage. Indien alles goed

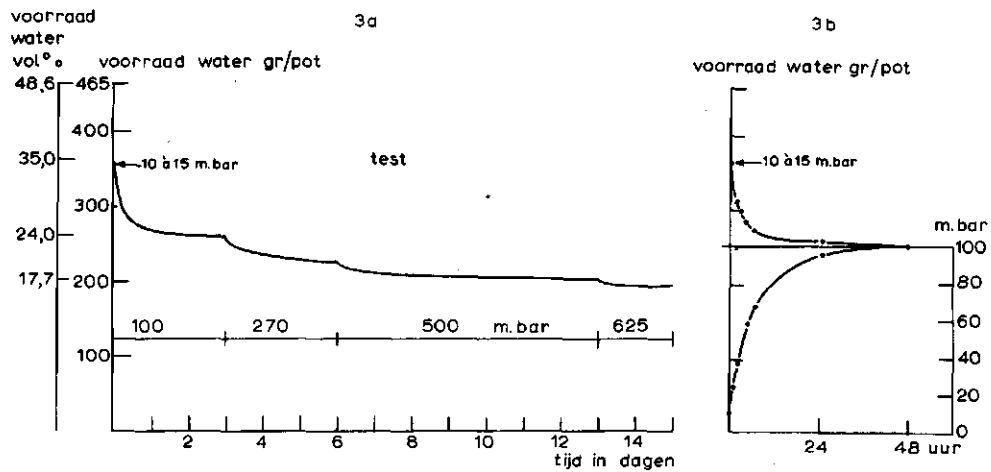


Fig. 3a. Relatie tussen de hoeveelheid onttrokken water in gr. en vol % per pot, ingestelde zuigspanning en tijdsduur voor het bereiken van het evenwicht bij de testmetingen

Fig. 3b. Zie fig. 3a maar dan bij proef b (met hangende waterkolom). Beneden gedeelte van de fig. geeft de relatie tussen de gemeten vochtspanning in de proefpot en tijd voor het bereiken van het evenwicht bij een ingestelde zuigspanning van 100 mbar

functioneert, bedraagt deze waarschijnlijk 3 à 4 dagen. In proef a (zie later) bedroeg de insteltijd van 100 naar 500 mbar circa 2 dagen (pot met plant met een verdamping van circa 4 gr/dag). Fig. 3b geeft een voorbeeld van insteltijd tussen 10 à 15 mbar en 100 mbar voor een pot met planten en een verdamping van circa 5 gr/pot/dag (uit proef b). Het evenwicht is hier sneller bereikt als gevolg van verdamping en een meer constante zuigspanning. De insteltijd, het bereiken van het evenwicht in de pot, kan versneld worden, door tijdelijk gedurende de eerste 3 à 4 uur, de zuigspanning op een hogere waarde in te stellen dan de gewenste.

Doordat de afgezogen hoeveelheid water wordt opgevangen in de afzuigerlemeyer, daalt hierin de aangelegde zuigspanning, zodat bij een hogere instelling dan de gewenste, vooral in het begin niet zo vaak gecorrigeerd hoeft te worden.

Omgekeerd zal de zuigspanning in de erlemeyer oplopen als na het bereiken van het evenwicht in de pot, door verdamping wateronttrekking aan de grond plaats heeft, zodat er water aangevoerd moet uit de erlemeyer. In dit geval moet dagelijks gecorrigeerd worden. Bij de hangende waterkolom worden variaties voorkomen.

I n s t e l t i j d t e n s i o m e t e r a l s m e e t - i n s t r u m e n t

De insteltijd van de gebruikte tensiometer {(fig. 2)(i)} als meetinstrument kan voor de gebruikte grond globaal als volgt worden weergegeven.

Uitgaande van een tensiometerstand van ca. 0 mbar is de insteltijd bij een zuigspanning van de grond: van 10 mbar \leq 15 minuten; van circa 50 mbar \leq 30 à 60 minuten; van circa 100 mbar \leq 2,5 à 3,0 uur; van circa 500 mbar \leq 12 uur. De insteltijd in water bedraagt voor deze tensiometers, welke gedurende langere tijd in grond zijn gebruikt circa 30 sec.

V o c h t k a r a k t e r i s t i e k

Heeft men nu de zuigspanning stapsgewijs verhoogd (fig. 3a en 3b) en bij iedere stap het onttrokken water gemeten, dan kan bij een bekend volume en poriënvolume van de grond, het vochtgehalte bij iedere stap berekend worden. Zet men nu het aldus berekende vochtgehalte uit tegen de daarbij behorende zuigspanning, dan kan hieruit een pF curve geconstrueerd worden (fig. 4).

Het grote verschil tussen de aldus geconstrueerde pF curve en de pF curve, die op het laboratorium is bepaald, vooral over het gedeelte tussen 0 en 50 mbar, wordt mede veroorzaakt door verschil in tijdsduur van het verzadigen (laboratorium 4 dagen, potten 6 à 10 uur).

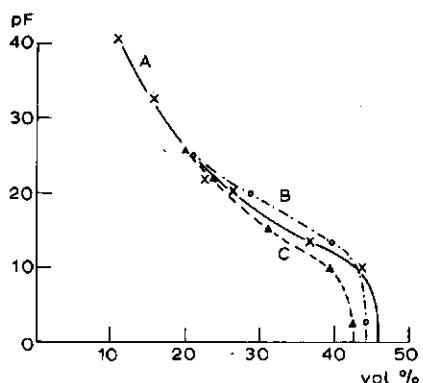


Fig. 4. Vocht karakteristieken van de gebruikte grond. De lijnen a en b zijn laboratorium bepalingen met een poriënvolume (E_T) van resp. 48,8 en 46,8 vol %. Lijn c is bepaald in proef a. Bij verzadiging is $E_T = 49,0$ vol %, maar bij een zuigspanning van ≥ 10 mbar $E_T = 45,6$ vol %

ERVARINGEN BIJ GROEIPROEVEN

De proeven werden uitgevoerd in klimaatskamers bij een temperatuur van 21°C een relatieve vochtigheid van 85 à 90% tijdens de belichting (gedurende 14 uur) en 95% in de donkere periode, dit om de verdamping laag te houden.

Proef a

De potten werden gevuld zoals boven omschreven, zo ook het aanbrengen van de tensiometercups. Daarna verzadigen, wegen, uitlekken en de tensiometercups aansluiten op het afzuigstelsel.

De inhoud van het met grond gevulde gedeelte van de pot was $\approx 890 \text{ cm}^3$, wat bij een droog gewicht van de grond van 1211 gram een droge dichtheid geeft van $1,36 \text{ gr/cm}^3$ en resulteert in een poriënvolume (E_T) $\approx 48,8 \text{ vol } \%$. Na verzadigen en uitlekken was het luchtgehalte (ϵ_g) $\approx 7,0 \text{ vol } \%$, gemiddelde van 28 potten met als uitersten 5,1 en 9,1 vol %.

Na uitlekken, gedurende korte tijd (1 à 2 uur), is gedurende 31 uur 140 mbar zuigspanning aangelegd en daarna 100 mbar.

De potten werden verdeeld in 2 groepen van 8 en 2 groepen van elk 6 potten. Door krimp daalde de inhoud van de grond van circa 890 cm^3 tot circa 845 cm^3 waardoor het poriënvolume daalde tot 45,9 vol % en de droge dichtheid tot $1,44 \text{ gr/cm}^3$.

Na 31 uur varieerde het luchtgehalte van 26 potten van 19,1 - 22,2 vol %, wat volgens de pF curve ($\rho_d 1,41$) (fig. 4) correspondeert met een zuigspanning in de pot van $\approx 100 \text{ mbar}$.

Verdamping, onttrekt aan niet-afgedekte potten $\approx 20 \text{ gr. water}$ pot/dag waarbij vermeld dient te worden dat 1 gr. water overeenkomt met 0,08 mm.

Na 4 dagen bij een zuigspanning van 100 mbar werden de potten op 19 maart beplant met 1 tomatenplant/pot met een gemiddeld vers gewicht van 1 à 1,5 gr. Tevens werden de potten afgedekt met polystyreen korreltjes met een ϕ van 0,4 à 0,7 cm.

Na het planten werd gedurende 1 dag een zuigspanning aangelegd van $\approx 6 \text{ mbar}$, ten opzichte van de bovenkant van de grond; het luchtgehalte hierna bedroeg gemiddeld 10,0 vol %.

Van 21 - 26 maart is een zuigspanning aangebracht van 25 à 30 mbar. In deze periode heeft het wortelstelsel van de plant zich redelijk kunnen ontwikkelen. De verdamping in deze periode is onbekend. De gemeten zuigspanning bedroeg 50 à 60 mbar.

Op 26 maart is de helft van de potten geïnjecteerd met een emulsie van 30 cm³ met fusarium oxysporum, in de overige potten is 30 cm³ water geïnjecteerd, waardoor de zuigspanning in de potten daalde tot ≈ 35 mbar. De potten zijn herverdeeld in 4 groepen, van iedere groep is de helft van de potten geënt. Daarna zijn verschillende vochtspanningen aangelegd. Voor het bereiken van het evenwicht zie tabel Ia.

Tabel Ia. Verloop van de vochtspanning gemeten met vertikaal ingebrachte tensiometer, van potten met gewas (vochtspanning op het tijdstip nul = 35 mbar) (Periode 26-28 maart)

Groep	ingestelde ^x zuigspanning mbar	Gemeten zuigspanning			Eg vol %
		na 18 uur mbar	na 27 uur mbar	na 42 uur mbar	
I	500			500	22,4
II	100	89	105	110	18,1
III	40			42	15,5
IV	6		7,5	10	11,1

^x = ten opzichte van bovenkant van de grond

Zoals uit tabel 1 blijkt kan gesteld worden, dat na 42 uur het evenwicht bereikt is.

Van 28 maart tot 3 april was de ingestelde, de gemeten zuigspanning en de verdamping als volgt:

Tabel Ib. Verdamping, ingestelde en gemeten vochtspanning in proefpot met gewas (periode 28 maart - 3 april)

Groep	ingesteld mbar	loopt op tot mbar	gemeten mbar	verdamping gr/pot/dag
I	325	350	550	≈ 5,0
II	90	110	140	≈ 8,0
III	30	45	60	≈ 12,0
IV	6	6	≈ 10	≈ 11,0

Van 3 april tot 9 april (einde van de proef) werd de zuigspanning iets verhoogd.

Tabel Ic. Verdamping, luchtgehalte, ingestelde en gemeten vochtspanning in proefpot met gewas (periode 3 tot 9 april)

Groep	ingesteld mbar	loopt op tot mbar	gemeten mbar	verdamping gr/pot/dag	Σ g vol %
I	395	410	600 ⁺ 50	5,5	24,8
II	115	140	180 ⁺ 15	12,0	19,7
III	25	55 à 70	90 ⁺ 10	26,0	17,2
IV	6	6	12 ⁺ 2	15,0	7,5

Uit vergelijking van de tabellen Ib en Ic blijkt dat bij een toenemende verdamping de zuigspanning in de erlemeyer sterker oploopt en tevens zal het verschil tussen ingestelde en gemeten vochtspanning in de grond groter worden.

Proef b

Daar uit de voorgaande proeven gebleken was, dat door een hogere zuigspanning dan 100 mbar de groei geremd wordt, ook van gezonde planten, is bij proef b gewerkt met zuigspanningen tot 100 mbar.

De onderdruk werd verkregen door een waterkolom in de aanvoerbuisen, de proefpotten werden daartoe circa 100 cm hoger geplaatst dan de opvangglazen.

Voordeel is:

Practisch geen fluctuaties in de aangelegde zuigspanning. Bij lekkage in één pot zullen de andere potten, die op hetzelfde opvangglas aangesloten zijn niet beïnvloed worden. Dit is wel het geval bij gebruik van een afzuigerlemeyer.

In afwijking met proef a werden de tomaten geplant, direct na het vullen van de potten voor het verzadigen.

Het poriënvolume, E_T , en het met grond ingevulde gedeelte van de pot waren gelijk aan dat van proef a respectievelijk 48,8 vol % en

en 890 cm³.

Na verzadigen gedurende 6 uur was het luchtgehalte van 32 potten gemiddeld 4,0 vol % met als uitersten 2,0 en 6,0 vol %. Na uitlekken gedurende 14 à 15 uur was het gemiddelde luchtgehalte gestegen tot 7,1 vol % met een spreiding van 5,2 tot 8,6 vol %.

Daarna zijn de tensiometercups via een hangende waterkolom aangesloten op de opvangglazen met een hoogteverschil van 95 cm en verdeeld in 4 groepen van 8 potten. Hierna bleek dat ook in deze proef het volume van de grond gedaald was en wel tot 855 cm³, wat resulteert in een poriënvolume van 46,5 vol %.

In tabel II zijn in chronologische volgorde de in de loop van de proef b aangelegde en gemeten zuigspanningen, luchtgehalte en verdamping weergegeven.

Tabel II. Verdamping, luchtgehalte, ingesteld en gemeten vochtspanning in proefpot met gewas op verschillende data

Datum instellen	Datum meten	Zuigspanning ingesteld	Zuigspanning gemeten	Verdamping gr/dag/pot	Eg vol %	Opmerkingen
		mbar	mbar			
30/4		0			4,0	verzadigen
1/5		10			7,1	uitlekken
1/5	4/5	95	113	21,0	19,0	
	7/5		130	21,0	19,5	7/5 grond afgedekt met polystyreen korreltjes
7/5	8/5	95	110	5,0	19,0	
9/5	11/5	85	102	6,0	19,0	
	16/5		100	4,5	19,0	
	21/5		100	5,0	19,0	
	4/6		100	6,0	19,3	
7/5	8/5	6	18	5,5		
	9/5		13			
	14/5		10	6,5	7,4	
	4/6 ^x	6	10	6,0	5,9	
14/5	15/5	95	92	4,5		
15/5	16/5	85	100	4,7	18,0	
	21/5		100	3,0	18,1	
	4/6		100	5,8	18,1	

^x = deel van de potten bleef van 14/5 - 4/6 ingesteld op 6 mbar, bij de rest werd 95 mbar ingesteld.

Geënt is er met fusarium oxysporum op 7/5 en 14/5 met 15 cm³ emulsie, de niet geënte potten zijn geïnjecteerd met 15 cm³ water. De ontwikkeling van de planten was slecht met als gevolg een vrijwel constante verdamping.

Uit tabel II blijkt, dat in tegenstelling met proef a de verschillen in aangelegde en gemeten zuigspanning niet groot zijn.

SAMENVATTING

Bij het handhaven van een bepaalde vochtspanning in een proefpot via tensiometercups blijken van belang:

De weerstand van stroming in de grond, de weerstand in de tensiometercups en de vereiste wateraanvoersnelheid.

Het voor transport benodigde zuigspanningsverval bedraagt bij een verdamping van 0,5 mm/dag bij een ingestelde zuigspanning van 400, 85 en 5 à 6 mbar respectievelijk 200, 15 en 5 mbar (zie tabel Ib, Ic en II).

De weerstand van de cups is weinig afhankelijk van de zuigspanning. Zodat uit genoemde cijfers mag worden geconcludeerd, dat de weerstand in de grond in de iets drogere omstandigheden de belangrijkste weerstand is.

De omschreven methode voldoet het best bij lage zuigspanningen en lage verdamping. Hogere zuigspanningen zijn bij zeer lage verdamping te handhaven (zie tabellen). De verdamping is te beperken door kleine proefplanten, afdekken van de grond en een hoge relatieve luchtvochtigheid.

De watertransport afstanden in de grond dienen klein te zijn (b.v. door gebruik van lage potten).

Het handhaven van de vochtspanning beschreven in proef b met hangende waterkolom, is eenvoudiger dan met een afzuigerlemeyer (proef a). Het is gewenst om bij het gebruik van de afzuigerlemeyer een buffervat te gebruiken, waarvan de inhoud een veelvoud is van de gebruikte afzuigerlemeyer, dit om bij een hogere wateropname de fluctuaties in de zuigspanning te verkleinen, zodat correcties beperkt kunnen blijven.

Het aansluiten van meerdere potten op één afzuigerlemeyer, heeft als nadeel dat bij lekkage van één van de aangesloten potten ook de zuigspanning wegvalt bij de andere potten.

Bij een normaal verloop van de proef kan het wegen van de potten beperkt blijven tot circa één keer per week.

Deze methode is ook geschikt voor het construeren van pF curves van geroerd ingevulde grondmonsters.

Bij constructie en opbouw moet zeer veel aandacht worden besteed aan lekvrije verbindingen.