

A
2
E
30

2516
Stamboek nr. 9836.

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Onderzoek naar de invloed van de warmteontwikkeling van de thermistor bij de bepaling van de osmotische druk van de bodemoplossing door middel van meting van de vriespuntsdaling rechtstreeks in de grond volgens de op het Proefstation gebruikelijke methode

J. van den Ende/J.W. Hillebrand

2235262

INHOUD

PAGINA

Doel van het onderzoek.....	1
Principe van de werkwijze.....	1
Oriënterende metingen	2
Werkwijze.....	3
Resultaten.....	5
Discussie.....	8
Conclusies.....	11
Literatuur.....	11
Bijlage I.....	12
Bijlage II.....	15
Bijlage III.....	16
Bijlage IV.....	17
Bijlage V.....	18

DOEL VAN HET ONDERZOEK

Bij een onderzoek waarbij van 75 kasgrondmonsters de osmotische druk van de bodemoplossing werd bepaald door middel van meting van de vriespuntsdaling rechtstreeks in de grond volgens de op het Proefstation gebruikelijke methode, is vastgesteld dat bij de meting tussen thermistor en grond een goed contact dient te bestaan en dat in het geval van een slecht contact te lage uitkomsten worden verkregen (van den Ende, 1963). Verondersteld wordt dat de te lage uitkomsten veroorzaakt worden door een minder goede afvoer naar de grond van de door de thermistor ontwikkelde warmte. Het in dit verslag beschreven onderzoek had tot doel na te gaan of deze veronderstelling juist is, en zo ja, of de genoemde warmte ook bij een goed contact tussen thermistor en grond van invloed zou kunnen zijn op de uitkomsten.

PRINCIPE VAN DE WERKWIJZE

Bij genoemde methode van osmotische-drukbeplating wordt de thermistor gebruikt als weerstandsthermometer (van den Ende & Koorneef, 1962). De osmotische-drukwaarde van een grond wordt verkregen door de elektrische-weerstandswaarde gevonden voor het vriespunt van de grond te vergelijken met de elektrische-weerstandswaarden gevonden voor de vriespunten van suikeroplossingen, waarvan de osmotische-drukwaarden bekend zijn.

De op deze wijze voor gronden verkregen osmotische-drukwaarden kunnen onder invloed van verschillende factoren afwijken van de werkelijke waarden (van den Ende, in voorbereiding). Ook de tijdens de metingen door de thermistor ontwikkelde warmte vormt wellicht zo'n faktor. Als gevolg van deze warmte-ontwikkeling zal namelijk de temperatuur van de thermistor wat verschillen van die van zijn omgeving en in het geval van grond zal dat temperatuurverschil waarschijnlijk niet geheel gelijk zijn aan dat in het geval van suikeroplossing. De ervaringen die met de onderhavige bepaling zijn opgedaan, wijzen er op dat bij een goed contact tussen thermistor en grond de genoemde ongelijkheid slechts zeer gering is, maar dat zij bij een slecht contact aanzienlijk kan zijn.

De mogelijke invloed van de door de thermistor ontwikkelde warmte op de uitkomsten van de bepaling kan worden geschat door vaststelling van de elektrische weerstanden die de thermistor heeft, als hij in grond en suikeroplossing van precies dezelfde temperatuur wordt gehouden.

Deze wijze van schatting is ook bij het in dit verslag beschreven onderzoek toegepast. De grond werd in drie condities in het onderzoek opgenomen, namelijk (1) verzadigde toestand, (2) veldvochtige toestand met een goed contact tussen thermistor en grond en (3) veldvochtige toestand met een slecht contact tussen thermistor en grond.

Aanvankelijk werd gedacht dat de meetomstandigheden zoveel mogelijk overeen moesten komen met die van de osmotische-drukbeplating. Oriënterende metingen hebben echter aangetoond dat dit een misvatting was.

ORIENTERENDE METINGEN

Bij de eerste oriënterende metingen bevonden grond en suikeroplossing zich in glazen monsterbuisjes die zich op hun beurt bevonden in cultuurbuizen van het bad Vrieda dat op ongeveer 0°C was afgesteld. Het bleek dat onder deze omstandigheden als gevolg van de temperatuurschommeling van het bad geen nauwkeurige waarnemingen konden worden gedaan. Achteraf is dit effect van de schommeling van de badtemperatuur zeer begrijpelijk, maar toch was er vooraf niet aan gedacht, wat zijn verklaring vindt in het feit dat bij de osmotische-drukbeplating genoemde schommeling weinig of geen storende invloed heeft en wel doordat het bevrozende monster als gevolg van het bevriezen zijn eigen temperatuur bepaalt (voor de osmotische-drukbeplating wordt de badtemperatuur belangrijk lager afgesteld dan het vriespunt).

Bij de voortzetting van de oriënterende metingen werd niet langer gewerkt met het bad Vrieda maar met een Dewarvat waarin zich smeltend ijs bevond. Aanvankelijk werden in het smeltende ijs een aantal cultuurbuizen geplaatst, waarin op hun beurt de monsterbuisjes werden gehangen. Het gebruik van de cultuurbuizen bleek echter niet te voldoen. Het warmte-transport door de luchtmantel die zich tussen een cultuurbuis en een monsterbuisje bevond, was blijkbaar zo gering dat de door de thermistor geproduceerde warmte de temperatuur van het monster langdurig langzaam deed stijgen.

Uiteindelijk is er toe overgegaan om de monsterbuisjes rechtstreeks in het smeltende ijs te plaatsen. Deze wijze van werken bleek wel tot het gewenste resultaat te leiden, indien althans de monsterbuisjes van boven tot onder door het smeltende ijs waren omgeven. Waargenomen is dat wanneer de ondereinden van de monsterbuisjes als gevolg van het smelten van veel ijs in een laag van alleen water staken dat dan de temperatuur van de monsters langzaam steeg.

WERKWIJZE

In het onderzoek werden tien gronden opgenomen, te weten: twee zand-, twee zavel-, twee klei-, twee venige klei- en twee veengronden. De metingen werden grond voor grond afgewerkt. Telkens werd dezelfde suikeroplossing, een 0,1 molair saccharose-oplossing^{*)}, meegenomen.

Steeds werden zes monsterbuisjes gebruikt. In twee van de buisjes werd wat suikeroplossing gedaan, in twee wat verzadigde grond en in twee wat veldvochtige grond. De hoeveelheden suikeroplossing c.q. grond waren zo groot dat de buisjes er over een diepte van ongeveer 5 cm mee waren gevuld.

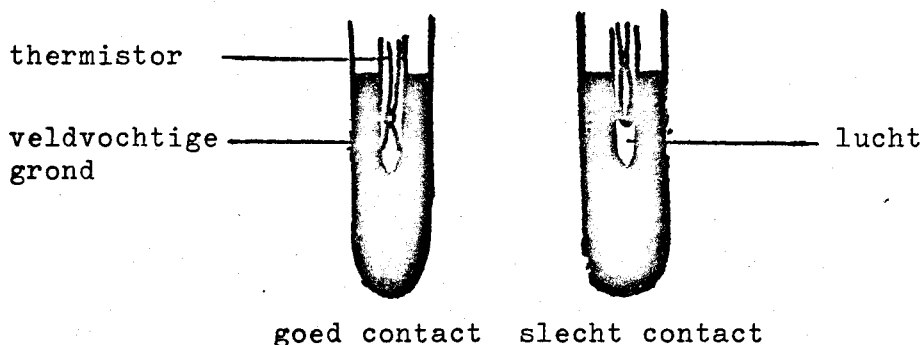
Bij het verzadigen van de grond werd wat meer water toegediend dan gebruikelijk is. Dit werd gedaan om het in de buisjes brengen van de verzadigde grond te vergemakkelijken. Als gevolg van het feit dat de buisjes vrij nauw waren (inwendige doorsnede 1 cm), was het namelijk zeer lastig om er grond die op de gebruikelijke wijze verzadigd was, in over te brengen.

Het vochtgehalte van de veldvochtige grond kwam naar schatting voor de meeste van de gronden nauw overeen met het vochtgehalte van veldcapaciteit. Enkele gronden hadden een wat lager vochtgehalte. Bij deze gronden werd het vochtgehalte door toediening van water op ongeveer genoemd vochtgehalte gebracht. Er werd voor zorg gedragen dat de grond hierbij niet versmeerde. Bij het vullen van de buisjes met veldvochtige grond, welk vullen met een lepeltje werd gedaan, werden de wat grotere kruimels niet meegenomen. De buisjes werden tijdens dit vullen regelmatig op de laboratoriumtafel getikt. Na het vullen werd de veldvochtige grond in de buisjes oppervlakkig licht aangedrukt.

*) Het is niet waarschijnlijk dat bij lage saccharose-concentraties, zoals toegepast bij de osmotische-drukbeplating, de concentratie noemenswaardig van invloed is op het temperatuurverschil tussen thermistor en oplossing.

Bij een onderzoek is er in elk geval in dit opzicht tussen een 0,1 molair saccharose-oplossing en een 0,1 molair keukenzoutoplossing praktisch geen verschil gevonden: twee thermistors, die in deze oplossingen werden gehouden, terwijl deze in temperatuurevenwicht waren met smeltend ijs, hadden ieder voor zich in beide oplossingen vrijwel dezelfde elektrische weerstand.

Teneinde het inbrengen van de thermistor te vergemakkelijken werd er vervolgens met een cilindrisch staafje centraal een gat in gedrukt. De diameter van het staafje was iets kleiner dan die van de thermistor en het gat werd 3 mm minder diep gemaakt dan de diepte tot waar de thermistor voor het bewerkstelligen van een goed contact tussen thermistor en grond werd ingebracht. Na de metingen met een goed contact werd de thermistor voor de metingen met een slecht contact 6 mm omhoog getrokken.



De gevulde monsterbuisjes werden minstens een half uur voor het begin van de metingen in het met smeltend ijs gevulde Dewarvat geplaatst. Deze tijd was ruim voldoende om de monsters tot temperatuurevenwicht te laten komen.

De metingen werden met verschillende thermistors in tweevoud uitgevoerd, terwijl per thermistor met enige tussentijd twee aflezingen werden gedaan. Bij de metingen in suikeroplossing werden echter vier aflezingen gedaan, namelijk twee aflezingen voorafgaande aan de metingen in grond en twee aflezingen volgende op de metingen in grond.

Er werd gebruik gemaakt van drie thermistors ^{x)}. Deze werden aangeduid met I, II en III. Thermistor II werd voor alle tien gronden gebruikt. Voor de zand- en veengronden werd behalve thermistor II ook thermistor I gebruikt en voor de zavel-, klei- en venige kleigronden behalve thermistor II ook thermistor III. De temperatuurkarakteristieken van de thermistors zijn weergegeven in bijlage III. De diepte tot waar de thermistors in de monsters werden gebracht, bedroeg ongeveer 2,5 cm. De meting van de elektrische weerstand van de thermistors geschiedde met behulp van een weerstandsbank (no.2160 G van Bleeker) in combinatie met een voltreorder (no.808 van Kipp).

x) De thermistors waren niet beschermd door een metalen manchetje zoals van den Ende & Koornneef (1962) dit voor metingen in grond toepasten. Zie in dit verband van den Ende (in voorbereiding).

De gevoeligheid van de recorder werd zodanig afgesteld dat een uitslag van de recordernaald van 2 cm overeenkwam met een weerstand van 1 ohm.

De thermistors werden bij de metingen belast met een elektrische spanning die bij de osmotische-drukbeplating gebruikelijk is (Koornneef, 1960). Na het aanleggen van de spanning nam door het oplopen van de temperatuur de weerstand gedurende enige tijd wat af. De aflezing van de weerstand geschiedde steeds na 3 minuten. Na deze tijd was de weerstand in de meeste gevallen constant geworden. Alleen bij de metingen in veldvochtige grond met een slecht contact tussen thermistor en grond was na 3 minuten de weerstand gewoonlijk nog niet constant en nam zij ook daarna nog enigszins af.

RESULTATEN

De waarnemingen zijn opgenomen in bijlage I. De verschillen in weerstand van de metingen in grond ten opzichte van die in suikeroplossing zijn vermeld in bijlage II. Deze verschillen zijn op basis van de temperatuurkarakteristieken van de thermistors herleid tot temperatuurverschillen. Ook deze temperatuurverschillen zijn vermeld in bijlage II. De gemiddelde temperatuurverschillen staan genoteerd in tabel I. Deze verschillen zijn op basis van de formule $OP = -(12,06T - 0,02T^2)$ (waarin: OP = osmotische druk in atm; T = temperatuur in graden Celcius) herleid tot equivalente osmotische-drukverschillen. Deze osmotische-drukverschillen staan genoteerd in tabel II.

Tabel 1 Temperatuurverschillen

Grond	Verschil in temperatuur (°C)			
	v.v.g.c.t.o.v.opl.	v.v.s.c.t.o.v.opl.	verz.t.o.v.opl.	v.v.g.c.t.o.v.verz.
Z1	-0,0100	+0,0545	-0,0111	+0,0011
Z2	-0,0077	+0,0491	-0,0113	+0,0036
ZK1	-0,0100	+0,0666	-0,0104	+0,0004
ZK2	-0,0104	+0,0637	-0,0102	-0,0002
K1	-0,0109	+0,0647	-0,0088	-0,0021
K2	-0,0079	+0,0658	-0,0074	-0,0005
KV1	-0,0058	+0,0638	-0,0081	+0,0023
KV2	-0,0055	+0,0515	-0,0072	+0,0017
V1	-0,0004	+0,0612	-0,0023	+0,0019
V2	+0,0058	+0,0595	-0,0007	+0,0065
Gem.	-0,0063	+0,0600	-0,0078	+0,0015

Gebruikte afkortingen:

v.v.g.c.: veldvochtige grond met goed contact tussen thermistor en grond.

v.v.s.c.: veldvochtige grond met slecht contact tussen thermistor en grond.

verz. : verzadigde grond

opl. : suikeroplossing

z : zand

zk : zavel

k : klei

kv : venige klei

v : veen

Tabel II Equivalente osmotische-drukverschillen

Grond	Verschil in osmotische druk							
	v.v.g.c.t.o.v.opl. atm. (bar)		v.v.s.c.t.o.v.opl. atm. (bar)		verz.t.o.v.opl. atm. (bar)		v.v.g.c.t.o.v.verz. atm. (bar)	
Z1	+0,121	(+0,123)	-0,657	(-0,666)	+0,134	(+0,136)	-0,013	(-0,013)
Z2	+0,093	(+0,094)	-0,592	(-0,600)	+0,136	(+0,138)	-0,043	(-0,044)
ZK1	+0,121	(+0,123)	-0,803	(-0,814)	+0,125	(+0,127)	-0,004	(-0,004)
ZK2	+0,125	(+0,127)	-0,768	(-0,778)	+0,123	(+0,125)	+0,002	(+0,002)
K1	+0,131	(+0,133)	-0,780	(-0,790)	+0,106	(+0,107)	+0,025	(+0,025)
K2	+0,095	(+0,096)	-0,794	(-0,805)	+0,089	(+0,090)	+0,006	(+0,006)
KV1	+0,070	(+0,071)	-0,769	(-0,779)	+0,098	(+0,099)	-0,028	(-0,028)
KV2	+0,066	(+0,067)	-0,621	(-0,629)	+0,087	(+0,088)	-0,021	(-0,021)
V1	+0,005	(+0,005)	-0,738	(-0,748)	+0,028	(+0,028)	-0,023	(-0,023)
V2	-0,070	(-0,071)	-0,718	(-0,728)	+0,008	(+0,008)	-0,078	(-0,079)
gem.	+0,076	(+0,077)	-0,724	(-0,734)	+0,093	(+0,095)	-0,018	(-0,018)

Uit tabel 1 blijkt dat bij de metingen in veldvochtige grond met een goed contact tussen thermistor en grond in het algemeen wat lagere temperaturen werden waargenomen dan bij de metingen in suiker oplossing. Dit wijst er op dat in het algemeen de veldvochtige gronden wat beter warmtegeleidend waren dan de oplossing. Alleen grond V₂ maakte in dit opzicht een uitzondering. Dit zal samenhangen met het hoge organische-stofgehalte van deze grond (zie bijlage IV). Uit een vergelijking van de temperatuurverschillen vermeld in de tweede kolom van tabel I met de organische-stofgehalten vermeld in bijlage IV blijkt dat er voor de veldvochtige gronden tussen het organische-stofgehalte en het warmtegeleidingsvermogen een samenhang bestond.

Uit een vergelijking van de organische-stofgehalten met de temperatuurverschillen vermeld in de vierde kolom van tabel I blijkt dat er voor de verzadigde gronden tussen het organische-stofgehalte en het warmtegeleidingsvermogen eenzelfde soort samenhang bestond. De verzadigde gronden waren dooreengenomen iets beter warmtegeleidend dan de veldvochtige gronden. De bij de metingen waargenomen temperaturen waren voor de verzadigde gronden gemiddeld 0,0015°C lager dan voor de veldvochtige gronden "goed contact". Dit voor de verzadigde gronden negatieve temperatuurverschil is equivalent met een positief osmotische-drukverschil van 0,018 atm. (zie tabel II).

Uit de kolommen 2 en 3 van tabel I blijkt dat bij de metingen in veldvochtige grond met een slecht contact tussen thermistor en grond belangrijk hogere temperaturen werden waargenomen dan bij de metingen in veldvochtige grond met een goed contact.

Gemiddeld genomen bedroeg het temperatuurverschil $0,0663^{\circ}\text{C}$. Dit voor de veldvochtige gronden "slecht contact" positieve temperatuurverschil is equivalent met een negatief osmotische-drukverschil van $0,800$ atm. (zie tabel II).

DISCUSSIE

Bij de metingen in veldvochtige grond met een slecht contact tussen thermistor en grond werden temperaturen waargenomen die $0,05 - 0,07^{\circ}\text{C}$ hoger waren dan die waargenomen bij de metingen in suikeroplossing. Dit temperatuurverschil moet zijn veroorzaakt door een als gevolg van het genoemde slechte contact belemmerde afvoer naar de grond van de door de thermistor geproduceerde warmte.

Het genoemde, voor de veldvochtige gronden "slecht contact" positieve temperatuurverschil is equivalent met een negatief osmotische-drukverschil van $0,6 - 0,8$ atm. Uit dit osmotische-drukverschil en uit gegevens van het eerder aangehaalde onderzoek van van den Ende (1963), bij welk onderzoek de osmotische-drukbepaling rechtstreeks in de grond bij een slecht contact tussen thermistor en grond te lage uitkomsten gaf, kan de conclusie worden getrokken dat ook het te laag uitvallen van deze uitkomsten zal zijn veroorzaakt door een belemmerde afvoer naar de grond van de door de thermistor geproduceerde warmte. De relevante gegevens van het genoemde onderzoek zijn opgenomen in bijlage IV.

Bij de metingen in verzadigde grond en bij die in veldvochtige grond met een goed contact tussen thermistor en grond werden temperaturen waargenomen die op één uitzondering na wat lager waren dan die waargenomen bij de metingen in suikeroplossing. Gemiddeld genomen bedroeg het temperatuurverschil respectievelijk $0,008$ en $0,006^{\circ}\text{C}$. Deze voor de verzadigde gronden en veldvochtige gronden "goed contact" negatieve temperatuurverschillen zijn equivalent met positieve osmotische-drukverschillen van respectievelijk $0,09$ en $0,08$ atm. Uit deze osmotische-drukverschillen mag niet worden geconcludeerd dat bij de osmotische-drukbepaling rechtstreeks in de grond de uitkomsten dooreengenomen met bijna $0,1$ atm. te hoog uitvallen als gevolg van het feit dat vochtige grond in het algemeen beter warmtegeleidend is dan suikeroplossing. De situatie bij de osmotische-drukbepaling verschilt namelijk van die bij metingen zoals beschreven in dit verslag. Bij de osmotische-drukbepaling bevindt de thermistor zich namelijk rechtstreeks in het medium (het bevrozende monster) dat de temperatuur bepaalt, terwijl dit bij genoemde metingen niet het geval is.

Hier is de thermistor van het medium dat de temperatuur bepaalt (het smeltende ijs), gescheiden door een glazen wand en een laag grond. De beschreven situaties maken het waarschijnlijk dat het verschil in warmtegeleidingsvermogen tussen vochtige grond en suikeroplossing niet meer dan een zeer geringe verhogende invloed op de uitkomsten van de osmotische-drukbe­paling kan hebben. Een eventuele invloed is ongetwijfeld veel geringer dan genoemde 0,1 atm.

Uit het voorgaande volgt dat de op het Proefstation ge­bezigde methode van osmotische-drukbe­paling rechtstreeks in de grond bij een goed contact tussen thermistor en grond praktisch niet wordt gestoord door de door de thermistor geproduceerde warmte. De ervaringen, die van den Ende (1963) met de bepaling heeft opgedaan, kunnen echter een aanwijzing vormen dat bij de bepaling in veldvochtige grond tussen thermistor en grond niet steeds een voldoende goed contact ontstaat, wanneer voor het realiseren van het contact als volgt te werk wordt gegaan: grond in een monsterbuisje scheppen; tijdens het inscheppen het buisje regelmatig op de laboratoriumtafel tikken; met een cilindrisch staafje centraal een gat in de ingeschepte grond drukken; en de thermistor via dit gat iets dieper in de grond brengen dan de diepte van het gat bedraagt. Bij toepassing van deze werkwijze verkreeg genoemde onderzoeker voor 39 veldvochtige grondmonsters namelijk osmotische-drukwaarden die niet alleen goed overeenstemden met de osmotische-drukwaarden verkregen voor de persextrakten van de monsters, maar waarvan het gemiddelde ook precies gelijk was aan het gemiddelde van de laatstgenoemde osmotische-drukwaarden (bijlage V), terwijl er redenen zijn om aan te nemen dat de eerstgenoemde waarden ongeveer 0,1 atm. hoger hadden moeten zijn dan de laatstgenoemde (van den Ende, in voorbereiding). Het feit dat de gemiddelden van de eerst- en laatstgenoemde waarden identiek waren, zou kunnen worden verklaard, wanneer bij de bepalingen in grond het contact tussen thermistor en grond niet voor alle gronden voldoende goed zou zijn geweest. Achteraf kan niet met zekerheid worden gezegd of deze veronderstelde mogelijkheid zich al of niet heeft voorgedaan. De door van den Ende toegepaste werkwijze voor het realiseren van het contact is namelijk niet tot in de finesses vastgelegd. Zij kwam echter grotendeels overeen met de werkwijze die bij het in dit verslag beschreven onderzoek is toegepast. Het meest essentiële verschil is wellicht geweest, dat bij het onderzoek van van den Ende bij het vullen van de monsterbuisjes ook de grotere kruimels werden meegenomen, terwijl zij bij het in dit verslag beschreven onderzoek terzijde werden gelegd.

Als bij de bepalingen in grond voor een meer of minder groot aantal van de monsters het contact tussen thermistor en grond inderdaad niet in alle opzichten goed is geweest, dan kan het toch niet zo slecht zijn geweest dat hiervan op de uitkomsten van die bepalingen een sterk verlagende invloed is uitgegaan. Behalve uit de goede overeenstemming tussen beide series osmotische-drukwaarden kan dit ook worden afgeleid uit de resultaten die van den Ende met 36 andere veldvochtige grondmonsters verkreeg (bijlage V). Bij deze monsters werd bij de osmotische-drukbeplating rechtstreeks in de grond de thermistor abusievelijk wat minder diep in de grond gebracht dan de diepte van het vooraf gemaakt gat bedroeg. De osmotische-drukwaarden die aldus bij de bepalingen in grond werden verkregen waren voor veel van de monsters lager tot belangrijk lager dan op basis van de osmotische-drukwaarden verkregen voor de persextrakten van de monsters mocht worden verwacht. Dooreengenenomen waren zij ongeveer 0,5 atm. te laag. Voor de afzonderlijke monsters varieerde dit van niet te laag tot iets meer dan 1 atm. te laag. De wijfde van deze variatie is van dezelfde orde van grootte als het verschil^{*)} in equivalente osmotische druk dat bij het in dit verslag beschreven onderzoek werd gevonden bij de metingen in veldvochtige grond "slecht contact" ten opzichte van die in veldvochtige grond "goed contact". Dit wijst er op dat het contact er bij de 36 monsters bij de osmotische-drukbeplatingen rechtstreeks in de grond tussen thermistor en grond bestond, uiteenliep van goed tot slecht en dat de osmotische-drukwaarden verkregen bij een goed contact maar weinig of niet te laag kunnen zijn uitgevallen. Uit het laatste volgt dat de osmotische-drukwaarden die voor de eerder genoemde 39 monsters werden gevonden door bepalingen rechtstreeks in de grond, eveneens maar weinig of niet te laag kunnen zijn uitgevallen. Als namelijk bij het beschreven onvoldoende diep inbrengen van de thermistor reeds een goed contact tussen thermistor en grond kon ontstaan (wellicht door gedeeltelijke opvulling van het vooraf gemaakte gat met grond bij het in de grond brengen van de thermistor), dan moet het contact dat bij het beschreven voldoende diep inbrengen is ontstaan, op zijn minst goed of vrij goed zijn geweest.

*) Dit verschil bedroeg gemiddeld -0,800 atm. en voor de afzonderlijke gronden liep het uiteen van -0,648 tot -0,924 atm. (bijlage 2).

CONCLUSIES

De op het Proefstation gebezigde methode van bepaling van de osmotische druk van de bodemoplossing van grond op veldcapaciteit door middel van meting van de vriespuntdaling rechtstreeks in de grond wordt bij een goed contact tussen thermistor en grond praktisch niet gestoord door de door de thermistor geproduceerde warmte.

Bij een slecht contact tussen thermistor en grond werkt deze warmte wel storend. Zij geeft in dit geval onder invloed van een belemmerde warmteafvoer naar de grond te lage uitkomsten.

LITERATUUR

Koornneef, P., 1960. Techniek voor de bepaling van de osmotische waarde. Intern verslag Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk.

Ende, J. van den, Koornneef, P., 1962. Meting van osmotische waarden. Jaarverslag 1961 Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk, p. 52 - 56.

Ende, J. van den, 1963. Grondonderzoek op basis van het verzadigings-extract. I.A -cijfer, osmotische druk en geleidingsvermogen (veldvochtige grond). Intern verslag Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk.

Ende, J. van den, in voorbereiding. Soil testing for greenhouse crops by aqueous extraction methods.

Waarnemingen

GROND Z1	weerstand thermistor I:			weerstand thermistor II:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5388,97	5388,95	5388,96	5369,29	5369,24	5369,27
Z1v.v.g.c.:	5390,53	5390,52	5390,53	5371,03	5371,07	5371,05
Z1v.v.s.c.:	5380,03	5379,97	5380,00	5359,40	5359,34	5359,37
Z1verz. :	5390,62	5390,62	5390,62	5371,35	5371,33	5371,34
oplossing :	5388,82	5388,90	5388,86	5369,21	5369,21	5369,21
gemiddelde voor oplossing:	5388,91			5369,24		

GROND Z2	weerstand thermistor I:			weerstand thermistor II:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5388,96	5388,97	5388,97	5369,32	5369,33	5369,33
Z2v.v.g.c.:	5390,11	5390,11	5390,11	5370,78	5370,76	5370,77
Z2v.v.s.c.:	5380,90	5380,85	5380,87	5360,48	5360,45	5360,47
Z2verz. :	5390,68	5390,69	5390,69	5371,48	5371,40	5371,44
oplossing :	5388,95	5388,95	5388,95	5369,25	5369,25	5369,25
gemiddelde voor oplossing:	5388,96			5369,29		

GROND ZK1	weerstand thermistor II:			weerstand thermistor III:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5369,32	5369,31	5369,32	5020,69	5020,76	5020,73
ZK1v.v.g.c.:	5370,82	5370,85	5370,84	5022,54	5022,54	5022,54
ZK1v.v.s.c.:	5358,32	5358,26	5358,29	5009,37	5009,35	5009,36
ZK1verz. :	5371,15	5371,13	5371,14	5022,44	5022,32	5022,38
oplossing :	5369,22	5369,27	5369,25	5020,70	5020,73	5020,72
gemiddelde voor oplossing:	5369,29			5020,73		

GROND ZK2	weerstand thermistor II:			weerstand thermistor III:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5369,26	5369,27	5369,27	5020,73	5020,74	5020,74
ZK2v.v.g.c.:	5370,97	5370,99	5370,98	5022,46	5022,50	5022,48
ZK2v.v.s.c.:	5358,42	5358,34	5358,38	5010,11	5010,20	5010,16
ZK2verz. :	5371,02	5371,04	5371,03	5022,36	5023,35	5022,36
oplossing :	5369,21	5369,21	5369,21	5020,73	5020,73	5020,73
Gemiddelde voor oplossing:			5369,24	5020,74		

GROND K1	weerstand thermistor II:			weerstand thermistor III:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
OPLOSSING :	5369,17	5369,18	5369,18	5020,18	5020,18	5020,18
K1v.v.g.c.:	5371,01	5371,01	5371,01	5021,97	5021,99	5021,98
K1v.v.s.c.:	5358,07	5357,94	5358,01	5009,61	5009,52	5009,57
K1verz. :	5370,63	5370,65	5370,64	5021,72	5021,59	5021,66
oplossing :	5369,14	5369,19	5369,16	5020,15	5020,19	5020,17
gemiddelde voor oplossing:			5369,17	5020,18		

GROND K2	weerstand thermistor II:			weerstand thermistor III:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5369,20	5369,21	5369,21	5020,15	5020,11	5020,13
K2v.v.g.c.:	5370,47	5370,51	5370,49	5021,53	5021,48	5021,51
K2v.v.s.c.:	5357,79	5357,61	5357,70	5009,55	5009,47	5009,51
K2verz. :	5370,45	5370,45	5370,45	5021,33	5021,41	5021,37
oplossing :	5369,15	5369,16	5369,16	5020,14	5020,21	5020,18
gemiddelde voor oplossing:			5369,19	5020,16		

GROND KV1	weerstand thermistor II:			weerstand thermistor III:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5369,30	5369,34	5369,32	5019,84	5019,86	5019,85
KV1v.v.g.c.:	5370,31	5370,31	5370,31	5021,00	5021,08	5021,04
KV1v.v.s.c.:	5359,06	5358,96	5359,01	5008,92	5008,98	5008,95
KV1verz. :	5370,50	5370,54	5370,52	5021,56	5021,58	5021,57
oplossing :	5369,27	5369,24	5369,26	5020,34	5020,33	5020,34
gemiddelde voor oplossing:	5369,29			5020,10		

GROND KV2	weerstand thermistor II:			weerstand thermistor III:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5369,27	5369,24	5369,26	5020,34	5020,33	5020,34
KV2v.v.g.c.:	5370,29	5370,42	5370,36	5020,96	5021,04	5021,00
KV2v.v.s.c.:	5361,30	5361,45	5361,38	5010,95	5010,74	5010,85
KV2verz. :	5370,39	5370,39	5370,39	5021,52	5021,54	5021,53
oplossing :	5369,09	5369,17	5369,13	5020,20	5020,29	5020,25
gemiddelde voor oplossing:	5369,20			5020,30		

GROND V1	weerstand thermistor I:			weerstand thermistor II:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5389,13	5389,16	5389,15	5369,43	5369,43	5369,43
V1v.v.g.c.:	5389,55	5389,52	5389,54	5369,15	5369,14	5369,15
V1v.v.s.c.:	5379,15	5379,00	5379,08	5358,40	5358,32	5358,38
V1verz. :	5389,43	5389,50	5389,47	5369,92	5369,79	5369,86
oplossing :	5389,13	5389,14	5389,14	5369,40	5369,40	5369,40
gemiddelde voor oplossing:	5389,15			5369,42		

GROND V2	weerstand thermistor I:			weerstand thermistor II:		
	a	b	gem.	a	b	gem.
oplossing :	5389,23	5389,25	5389,24	5369,48	5369,48	5369,48
V2v.v.g.c.:	5388,85	5388,86	5388,86	5367,84	5367,69	5367,77
V2v.v.s.c.:	5379,15	5379,07	5379,11	5358,94	5359,03	5358,99
V2verz. :	5389,25	5389,30	5389,28	5369,63	5369,55	5369,59
oplossing :	5389,10	5389,17	5389,14	5369,35	5369,43	5369,39
gemiddelde voor oplossing:	5389,19			5369,44		

Verschillen in weerstand en temperatuur van de metingen in grond
ten opzichte van die in suikeroplossing

	Thermistor I:		Thermistor II:	
	(ohm)	(°C)	(ohm)	(°C)
Z1 v.v.g.c.:	+ 1,62	- 0,0094	+ 1,81	- 0,0105
Z1 v.v.s.c.:	- 8,91	+ 0,0517	- 9,87	+ 0,0572
Z1 verz. :	+ 1,71	- 0,0099	+ 2,10	- 0,0122
Z2 v.v.g.c.:	+ 1,15	- 0,0067	+ 1,48	- 0,0086
Z2 v.v.s.c.:	- 8,09	+ 0,0469	- 8,82	+ 0,0512
Z2 verz. :	+ 1,73	- 0,0100	+ 2,15	- 0,0125
	Thermistor II:		Thermistor III:	
	(ohm)	(°C)	(ohm)	(°C)
ZK1 v.v.g.c.:	+ 1,55	- 0,0090	+ 1,81	- 0,0110
ZK1 v.v.s.c.:	-11,00	+ 0,0638	-11,37	+ 0,0694
ZK1 verz. :	+ 1,85	- 0,0107	+ 1,65	- 0,0101
ZK2 v.v.g.c.:	+ 1,74	- 0,0101	+ 1,74	- 0,0106
ZK2 v.v.s.c.:	-10,82	+ 0,0628	-10,58	+ 0,0645
ZK2 verz. :	+ 1,79	- 0,0104	+ 1,62	- 0,0099
K1 v.v.g.c.:	+ 1,84	- 0,0107	+ 1,80	- 0,0110
K1 v.v.s.c.:	-11,16	+ 0,0647	-10,61	+ 0,0647
K1 verz. :	+ 1,47	- 0,0085	+ 1,48	- 0,0090
K2 v.v.g.c.:	+ 1,30	- 0,0075	+ 1,35	- 0,0082
K2 v.v.s.c.:	-11,49	+ 0,0666	-10,65	+ 0,0650
K2 verz. :	+ 1,26	- 0,0073	+ 1,21	- 0,0074
KV1 v.v.g.c.:	+ 1,02	- 0,0059	+ 0,94	- 0,0057
KV1 v.v.s.c.:	-10,28	+ 0,0596	-11,15	+ 0,0680
KV1 verz. :	+ 1,23	- 0,0071	+ 1,47	- 0,0090
KV2 v.v.g.c.:	+ 1,16	- 0,0067	+ 0,70	- 0,0043
KV2 v.v.s.c.:	- 7,82	+ 0,0454	- 9,45	+ 0,0576
KV2 verz. :	+ 1,19	- 0,0069	+ 1,23	- 0,0075
	Thermistor I:		Thermistor II:	
	(ohm)	(°C)	(ohm)	(°C)
V1 v.v.g.c.:	+ 0,39	- 0,0023	- 0,27	+ 0,0016
V1 v.v.s.c.:	-10,07	+ 0,0584	-11,04	+ 0,0640
V1 verz. :	+ 0,32	- 0,0019	+ 0,44	- 0,0026
V2 v.v.g.c.:	- 0,33	+ 0,0019	- 1,67	+ 0,0097
V2 v.v.s.c.:	-10,08	+ 0,0584	-10,45	+ 0,0606
V2 verz. :	+ 0,09	- 0,0005	+ 0,15	- 0,0005

Bepaling van de temperatuurskarakteristiek van de gebruikte thermistors

Bij het onderzoek werd gebruik gemaakt van drie thermistors. Van deze thermistors moest onderzocht worden welke temperatuursvariatie bij een bepaalde weerstandsvariatie hoort. Hiertoe werden de thermistors samen met een beckman-thermometer in een met smeltend ijs gevuld Dewarvat geplaatst. De weerstanden van de thermistors werden afgelezen evenals de stand van de kwikdraad van de beckman-thermometer. Vervolgens werd er zoveel keukenzout aan het smeltende ijs toegevoegd, dat de temperatuur met ongeveer $0,5^{\circ}\text{C}$ daalde. Wederom werden de weerstanden van de thermistors en de stand van de kwikdraad van de beckman-thermometer afgelezen (de thermometerstanden werden gecorrigeerd op de uitstekende kwikdraad).

Resultaten

Het temperatuurverschil was $- 0,524^{\circ}\text{C}$.

Verschil in weerstand:

Thermistor I : + 90,40 ohm
Thermistor II : + 90,33 ohm
Thermistor III: + 85,86 ohm

Temperatuurverschil bij 1 ohm weerstandsstijging:

Thermistor I : - 0,00580 $^{\circ}\text{C}$
Thermistor II : - 0,00580 $^{\circ}\text{C}$
Thermistor III: - 0,00610 $^{\circ}\text{C}$

J.W. Hillebrand.

Organische-stofgehalten van de in het onderzoek opgenomen gronden

Grond:	% organische stof van de stoofdroge grond:
Z 1	2,5
Z 2	3,6
ZK 1	5,7
ZK 2	4,0
K 1	6,6
K 2	9,9
KV1	10,7
KV2	12,5
V1	32,9
V2	47,6

J.W. Hillebrand

Enkele gegevens van een onderzoek waarbij op twee wijzen de osmotische druk van de bodemoplossing werd bepaald (van den Ende, 1963)

Van 75 kasgrondmonsters werd op twee wijzen de osmotische druk van de bodemoplossing bepaald, namelijk door meting van de vriespuntsdaling rechtstreeks in de grond en door meting van de vriespuntsdaling van de persextrakten van de monsters. Bij eerstgenoemde wijze van bepalen is bij de 39 monsters die het eerst werden onderzocht, het in de grond brengen van de thermistor volgens plan verlopen: het gat dat, voorafgaande aan het inbrengen van de thermistor, met een cilindrisch staafje in de grond werd gedrukt, werd iets minder diep gemaakt dan de diepte tot waar de thermistor werd ingebracht. Voor deze monsters stemden de uitkomsten van beide wijzen van bepalen goed met elkaar overeen. Voor elk van beide bepalingswijzen bedroeg het gemiddelde van de uitkomsten 2,12 atm.

Nadat genoemde 39 monsters waren onderzocht brak de thermistor en moest voor de volgende 36 monsters op een andere thermistor worden overgegaan. De tweede thermistor was ongeveer 5 mm korter dan de eerste. Bij het maken van het gat voornoemd werd verzuimd, hiermede rekening te houden en bijgevolg werd voor genoemde 36 monsters het gat dieper gemaakt dan de diepte tot waar de thermistor werd ingebracht. Voor deze monsters waren de osmotische-drukwaarden verkregen bij de bepalingen in grond in veel gevallen lager tot belangrijk lager dan de osmotische-drukwaarden verkregen voor de persextrakten. Gemiddeld waren de eerstgenoemde waarden 0,41 atm. lager. Voor de afzonderlijke monsters varieerde dit van iets hoger tot ongeveer 1 atm. lager (zie voor commentaar de laatste alinea van de Discussie).