

cb

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
2
S
79

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION voor de GROENTEN- en
FRUITTEELT onder GLAS te NAALDWIJK

POTGROND, PLANTGOED EN OPBRENGST BIJ DE TEELT VAN TOMATEN

door:

Dr. ir. L.S. Spithost

Naaldwijk, 1968.

168149

VOORWOORD

De voorliggende publikatie kwam in 1968 gereed en zou oorspronkelijk dienen als proefschrift. Na overleg met prof.dr.ir. S.J. Wellensiek werd echter besloten om de samenvatting enigszins om te werken en die als dissertatie te gebruiken, waarna verscheen Spithost, L.S. : *Potting media, transplants and yields in the production of glasshouse tomatoes*. H. Veenman & Zonen N.V., Wageningen 1969.

Naderhand werd van verschillende kanten de wenselijkheid naar voren gebracht de basispublikatie alsnog uit te geven.

Aan deze wensen wordt bij deze gaarne voldaan.

Hoewel sinds de voltooiing jaren zijn verstreken, is afgezien van het aanbrengen van veranderingen of het geven van aanvullingen met name ten aanzien van bedrijfsomstandigheden. Zodoende hebben sommige fragmenten meer een geschiedkundige waarde dan dat deze een indruk geven van de huidige situatie in de aan snelle wisselingen onderhevige glascultures.

Naaldwijk, 1974.

	Pagina
1. INLEIDING	4
2. GEBRUIK EN BEREIDING VAN POTGROND	6
2.1 Opkweken van tomatenplanten	6
2.2 Bereiding van potgrond in Nederland	7
2.3 Literatuur	7
3. METHODEN VAN ONDERZOEK BIJ DE POTGRONDPROEVEN	10
3.1 Uitvoering van de opkweekproeven	10
3.2 Bepalingen aan de jonge planten	10
3.3 Grondonderzoek	10
3.4 Chemisch gewasonderzoek	11
3.5 Proeftechniek	11
4. EERSTE ONDERZOEK MET POTGRONDEN UIT DE PRACTIJK	12
4.1 Bemonstering	12
4.2 Samenstelling van de potgronden	12
4.3 Grondonderzoek	13
4.4 Opkweekproef	14
4.5 Invloeden van factoren, die in het grondonderzoek waren opgenomen	15
4.6 Invloed van de samenstelling	19
4.7 Bespreking	20
4.8 Conclusies	23
5. TWEEDE ONDERZOEK MET POTGRONDEN UIT DE PRACTIJK	25
5.1 Bemonstering	25
5.2 Samenstelling van de praktijkmengsels	25
5.3 Grondonderzoek	25
5.4 Opkweekproef	26
5.5 Invloeden van factoren die in het grondonderzoek waren opgenomen	29
5.6 Bespreking	32
5.7 Conclusies	34
6. STIKSTOF EN STRUCTUUR BIJ POTGRONDEN	36
6.1 Stikstoftoestand	36
6.2 Stikstofbemesting	38
6.3 Structuur	40
6.4 Conclusies	41
7. INVLOED VAN HET PLANTGOED OP DE OPBRENGSTEN	42
7.1 Inleiding	42
7.2 Literatuur	43
7.3 Onderzoek	44
8. METHODEN VAN ONDERZOEK BIJ DE TEELTPROEVEN	45
8.1 Werkwijze in het algemeen	45
8.2 Waarnemingen	45
9. PLANTGOED BIJ EEN STOOKTEELT (PROEF I)	47
9.1 Overzicht	47
9.2 Resultaten	47
9.2.1 Opkweekproef	47
9.2.2 Gewaswaarnemingen tijdens de teelt	48
9.2.3 Opbrengsten	51
9.3 Verband tussen plantgoed en opbrengsten	52
9.4 Bespreking	53
9.5 Conclusies	57

10.	PLANTGOED BIJ EEN NORMALE KOUDE TEELT (PROEF II)	58
10.1	Overzicht	58
10.2	Resultaten	58
10.2.1	Opkweekproef	58
10.2.2	Gewaswaarnemingen tijdens de teelt	59
10.2.3	Opbrengsten	60
10.3	Verband tussen plantgoed en opbrengst	61
10.4	Bespreking	62
10.5	Conclusies	65
11.	PLANTGOED BIJ EEN LATE KOUDE TEELT (PROEF III)	66
11.1	Overzicht	66
11.2	Resultaten	66
11.2.1	Opkweekproef	66
11.2.2	Gewaswaarnemingen tijdens de teelt	67
11.2.3	Opbrengsten	68
11.3	Verband tussen plantgoed en opbrengsten	69
11.4	Bespreking	70
11.5	Conclusies	73.
12.	ENIGE BESCHOUWING OVER HET PLANTGOED VOOR DE TOMATENTEELT EN DE INVLOED DAARVAN OP DE OPBRENGSTEN	74
12.1	Onderlinge samenhangen van plantgoedeigenschappen	74
12.2	Plantgoed en opbrengsten	78
12.3	Betekenis van de potgrond en het plantgoed voor de tomatenteelt onder glas in Nederland	82
12.4	Conclusies	85
	LITERATUUR	86

1. INLEIDING

Bij verschillende teelten van groenten onder glas zoals o.a. van kropsla, komkommer en tomaat, wordt begonnen met jonge planten die door middel van een afzonderlijke opkweek zijn verkregen. De praktische bruikbaarheid van een dergelijke methode is afhankelijk van de factoren ruimte en tijd. Sommige planten hebben namelijk in de eerste fase van de groeicyclus gedurende een relatief lange tijd veel minder ruimte nodig dan later. Wanneer in dat geval niet direct ter plaatse wordt gezaaid, maar de jonge planten afzonderlijk worden opgekweekt, kan worden volstaan met een dichtere stand. Indien de aldus verkregen ruimtewinst van voldoende omvang en gedurende langere tijd aanwezig is, zal dit een vermindering van exploitatiekosten opleveren. Met name in de winter kunnen bij verwarmde glasopstanden zodoende aanzienlijke bedragen op de stookkosten worden bespaard, zodat de aan de opkweek verbonden kosten worden vergoed. Bovendien kan tijdens het opkweken van het ene gewas de teelt van een ander worden uitgeoefend, zoals bijvoorbeeld veelvuldig voorkomt de opkweek van tomaten en de teelt van sla. In het algemeen is het doel van de opkweek dus een verhoging van het rendement op het eigen vermogen.

Verder biedt het gebruik van plantgoed nog enkele andere voordelen :

- Door de geringe oppervlakte tijdens de opkweek is de bouw van aparte kassen met speciale voorzieningen minder bezwaarlijk. Bijzondere constructies kunnen bevorderlijk zijn voor betere milieu-omstandigheden, waarbij wordt gedacht aan het licht, de lucht- en grondtemperatuur.
- Tijdens en aan het einde van de opkweekperiode is selectie van het plantgoed mogelijk. Door verwijdering van planten met ziekten, beschadigingen of afwijkingen wordt bevorderd dat het latere gewas, regelmatig en productiever is.

Tegenover deze voordelen staat een nadeel en wel dat door de vele bijzondere handelingen de kans op het maken van fouten groter wordt. Niet alleen kan de kwaliteit van het plantgoed verminderen, maar in het ergste geval kunnen jonge planten geheel afsterven. Het aankopen van nieuw plantgoed brengt behalve financiële consequenties meestal moeilijkheden met zich mee in verband met beperkte voorraadvormingen elders. Indien de tuinder dan zelf nieuw plantgoed gaat opkweken, geeft dit een verlating van de teelt die bij bepaalde gewassen een aanzienlijke vermindering van de geldelijke opbrengst kan betekenen. Bij de opkweek is het dus van belang het risico zo klein mogelijk te houden wat o.a. te bereiken is door het streven naar een optimaal milieu.

Vele milieufactoren, die de groei van de plant beïnvloeden, hebben betrekking op de grond. Nu wordt bij het opkweken van plantgoed gebruik gemaakt van mengsels die speciaal voor dit doel zijn vervaardigd en potgronden worden genoemd.

Deze potgronden waren het onderwerp van een onderzoek dat in 1958 werd begonnen. De aanleiding daartoe was het feit, dat in de winter van 1957-1958 op bedrijven in het Zuidhollands glasdistrict moeilijkheden optraden bij het opkweken van tomatenplantgoed.

Reeds in de beginfase van de studie ter oplossing van die moeilijkheden bleek dat de oorzaak moest worden gezocht in de gebruikte potgronden. Een verder onderzoek toonde aan dat de groei van jonge tomatenplanten sterk kon wisselen naar gelang de samenstelling van de potgrond. De volgende stap was derhalve te trachten een antwoord te vinden op de vraag welke bodemfactoren daarbij van overheersende invloed waren. De variatie in plantgoed deed daarenboven nog een vraag rijzen, na-

melijk welke betekenis moet worden toegekend aan het plantgoed in verband met de latere teeltresultaten, met andere woorden welke kwaliteitsnormen dienen te worden aangelegd voor jonge tomatenplanten als plantgoed. Het aanvankelijk meer bodemkundig georiënteerd onderzoek werd zodoende in teeltkundige richting uitgebreid.

De proeven werden doelbewust beperkt tot één gewas en wel de tomaat, omdat het door een verscheidenheid van gewassen noodzakelijk zou zijn geweest de specifieke eisen en hoedanigheden van de gewassen als factoren op te nemen. Dit zou het onderzoek te gecompliceerd en omvangrijk hebben gemaakt.

Een andere reden om de met de tomaat begonnen proeven te vervolgen was, dat dit gewas een belangrijke plaats inneemt in de Nederlandse groenteteelt. In 1964 bedroeg de totale waarde van alle groenten 694 miljoen guldens (8), waarvan 435 miljoen afkomstig was van de producten onder glas geteeld, terwijl de veilingaanvoer van tomaten in dat jaar 235 miljoen guldens bedroeg ofwel een derde deel van het totaal van de gehele groenteproductie in Nederland.

Het belangrijke aandeel van de tomaat in het glasareaal blijkt ook uit het feit, dat in 1964 van de in totaal 4.898 ha voor de groenteteelt onder glas niet minder dan 3.319 ha werd gebruikt voor het telen van tomaten.

De Nederlandse tomatenteelt is hoofdzakelijk gericht op de export. In 1964 werd 228.214 ton, dit wil zeggen bijna 80% van de totale productie met een waarde van 253 miljoen guldens uitgevoerd, voornamelijk naar West-Duitsland, Groot-Brittannië, Zweden en Frankrijk.

Het totale potgrondonderzoek werd te omvangrijk geacht om dit in zijn geheel te beschrijven zodat in deze publicatie slechts een gedeelte daarvan wordt behandeld. Teneinde een duidelijke begrenzing van het onderwerp te verkrijgen, werd van de volgende probleemstellingen uitgegaan :

1. Welke verschillen in tomatenplantgoed, veroorzaakt door de gebruikte potgronden, zijn in de praktijk te verwachten ?
2. Welke bodemkundige factoren zijn verantwoordelijk voor die verschillen in plantgoed ?
3. Welke gevolgen heeft de variatie in tomatenplantgoed, te weeggebracht door wisselende potgrondkwaliteiten, voor de opbrengsten van de uit dat plantgoed verkregen gewassen ?

In het kader van de eerste probleemstelling werden monsters van potgronden uit de praktijk verzameld voor het nemen van teeltproeven. Ten behoeve van de tweede probleemstelling worden aan deze monsters bepalingen verricht voor een analyse van de bodemkundige groeifactoren.

De hoofdstukken 2 t/m 6 kunnen worden opgevat als het eerste deel van deze publicatie, dat handelt over het verband tussen potgrond en plantgoed bij tomaten. Het tweede deel omvat dan de hoofdstukken 7 t/m 12 waarin ter beantwoording van de derde probleemstelling het verband tussen plantgoed en opbrengsten centraal staat.

2. GEBRUIK EN BEREIDING VAN POTGROND

Het plantgoed voor de teelten van diverse groentegewassen onder glas kan volgens uiteenlopende systemen worden verkregen die variëren van gewas tot gewas. In verband met de uitvoering van het onderzoek zal in dit hoofdstuk een korte beschrijving van de gang van zaken bij de tomaat worden gegeven. Daarna volgt een korte beschrijving van de Nederlandse potgronden terwijl een literatuuroverzicht van het potgrondonderzoek dit hoofdstuk besluit.

2.1 *Opkweken van tomatenplanten*

Het zaaien van tomaten gebeurt in bakjes met potgrond of breedwerpig op een laag potgrond, die over de kasgrond is uitgespreid. Na de kieming kunnen de plantjes worden verspeend, vroeger zelfs enkele malen, maar tegenwoordig blijft dit verspenen vaak achterwege en wordt na het spreiden van de kiembladeren direct overgegaan tot het oppotten in de potgrond. De potgrond is daartoe verwerkt tot perspotten of aangebracht in vaste potten van steen of van kunststof.

Perspotten worden gemaakt door de potgrond goed nat te maken en vervolgens met de zogenaamde pottenpers tot grondblokjes te verwerken (91,92). Deze pottenpers in een eenvoudig stuk handgereedschap, waarmee tegelijkertijd 2, 4, 6 of 8 potten worden gemaakt en wel meer naarmate de afmetingen van één perspot kleiner zijn. Pogingen om dit handwerk te mechaniseren met behulp van een automatische persmachine hebben tot nu toe geen volledig succes opgeleverd.

De vorm van de geperste potten is altijd zodanig, dat het bovenvlak wat kleiner is dan het grondvlak in verband met het lossen van de grond uit de pers. In het bovenvlak is steeds een plantgat dat een cilindrische vorm moet hebben; indien dit gat te conisch is, wordt de wand daarvan te veel samengeperst zodat de doorworteling stagnneert. De dwarsdoorsnede van de perspot kan een vierkant, een regelmatige zeshoek of een cirkel zijn.

De grootte van de perspot is afhankelijk van de plant die men denkt op te kweken, zo worden voor tomaten potten met een grondvlak van 8 x 8 cm gebruikt.

Perspotten kunnen zonder meer op de kasgrond worden gezet, maar ook worden geplaatst op een dunne laag potgrond, al dan niet gescheiden van de kasgrond door kunststoffolie. De folie voorkomt opstijging van zouten en infectie vanuit de kasgrond, terwijl bovendien oudere planten de kasgrond niet kunnen doorwortelen zodat bij het uitplanten geen wortelbreuk optreedt met alle nadelige gevolgen van dien. Deze methode verdient dan ook de voorkeur.

Hoewel het opkweken van jonge tomatenplanten in potten van steen of kunststof geen uitzondering is, gebeurt dit toch meestal in perspotten door de verschillende voordelen die daaraan zijn verbonden. Bij perspotten is namelijk de snelheid van werken groter, zijn de kosten lager en heeft men na het gebruik niet te maken met transport en opslag van de lege potten.

De totale opkweekperiode, dat is vanaf het zaaien tot aan het uitplanten, wisselt bij de tomaat van 4 tot 10 weken. De tijdsduur is afhankelijk van een aantal factoren, waarvan jaargetijde en plantgrootte wel de belangrijkste zijn. In de winter is de natuurlijke lichtintensiteit laag en neemt het opkweken veel meer tijd in beslag dan in de zomer. Verder is het duidelijk dat onder overigens gelijke omstandigheden het opkweken tot een grote plant

langer zal duren dan het winnen van een klein plantje.

2.2 *Bereiding van potgrond in Nederland*

Voor het maken van perspotten zijn speciale grondmengsels een vereiste. Substraten van overwegend klei of zand worden na het natmaken en het tot potten verpersen respectievelijk te veel in elkaar gedrukt zodat een dichte structuur ontstaat, of hebben te weinig samenhang (30, 75). Toch is bij perspotten het natmaken van de grond nodig om model aan de potten te geven en de samenhang van de grond te bevorderen teneinde later de plant met de kluit te kunnen transporteren. De bezwaren van structuurbederf en te losse potten zijn te ondervangen door de potgrond samen te stellen uit veen met daaraan toegevoegd een weinig zand om de persbaarheid te verhogen. In de praktijk worden dan ook overwegend dergelijke mengsels gebruikt voor het opkweken van jonge planten ten behoeve van de teelt van tomaten en andere gewassen.

Het in de potgrond verwerkte veen is soms geen homogeen materiaal. Vooral veen van Westnederlandse herkomst kan bijzonder wisselend van samenstelling zijn wat verband houdt met de botanische oorsprong, de meer of mindere vermenging met klei en zand en met de humositeitsgraad. De enige veensoort uit West-Nederland met een tamelijk constante samenstelling en van een goede kwaliteit is het zogenaamde Vinkeveense veen, dat bovendien het voordeel heeft in grotere hoeveelheden beschikbaar te zijn. Daarnaast zijn er de veensoorten uit Oostelijk Nederland zoals bolster, turfstrooisel en doorvroren zwartveen ofwel tuinturf. Deze veenproducten zijn door de wijze van veenvorming tamelijk uniform. Om aan de grote vraag te voldoen, wordt dit materiaal ook geïmporteerd vanuit het buitenland. Bijna alle veensoorten zijn van nature arm aan plantenvoedende stoffen zodat bij de potgrondbereiding meststoffen worden toegevoegd.

2.3 *Literatuur*

Door de velerlei soorten en hoeveelheden van uitgangsmaterialen en bemestingen zijn bij de potgrondbereiding talloze combinaties mogelijk. De samenstellingen van potgronden in Nederland konden vooral vroeger zeer sterk uiteenlopen (6). Niet alleen verschilden de mengsels van gewas tot gewas, maar ook van bedrijf tot bedrijf aangezien vóór 1960 de potgrond vaak door de tuintuinder zelf werd gemaakt en ieder hierover zijn eigen mening had. Een dergelijke verscheidenheid werd behalve in Nederland ook in het buitenland geconstateerd (77, 80, 108).

Het oudste onderzoek met als doel de potgrondbereiding te normaliseren en kwalitatief te verbeteren staat op naam van het "John Innes Horticultural Institution" te Engeland. Dit onderzoek leidde tot de in 1939 door LAWRENCE and NEWELL (77) bekend gemaakte "John Innes Composts". Deze potgronden, verschillend door zaaien en oppotten, zijn opgebouwd uit gecomposteerde kleigraszoden, veen (bij voorkeur turfstrooisel) en grof zand. Volgens SLADE (99) zou behalve turfstrooisel elk ander veen kunnen worden gebruikt voor zover dit weinig gehumificeerd en niet te fijn van structuur is. De invloed van het composteren van de kleigraszoden werd onderzocht door ALVEY (2), dit tot de conclusie kwam dat even goed kan worden volstaan met kleigrond zonder meer.

De bezwaren tegen de John Innes potgronden zijn, dat de kleigraszoden moeilijk verkrijgbaar zijn terwijl de compostering te veel tijd in beslag neemt. Dit was voor FRUHSTORFER (45) aanleiding te komen tot een mengsel van gelijke volumedelen klei en turfstrooisel dat aanvankelijk "Standarderde" werd genoemd, maar later de definitieve naam "Einheitserde" ontving (12, 47, 62). De noodzaak van een toevoeging van klei aan turfstrooisel werd onderzocht door DANHARDT c.s. (38), die een optimum constateerden bij 10 - 40 vol % klei. De slechte groei in zuiver turfstrooisel schreven zij toe aan een te lage pH als gevolg van het ontbreken van een bekalking. Ook

ARNOLD BIK (11) vond dat een lager kleigehalte dan in "Einheitserde" betere resultaten gaf, namelijk een optimale groei bij een veen : kleiverhouding van 5 : 1 volumedelen of bij een potgrond zonder klei, afhankelijk van de gewassoort.

Een andere vereenvoudiging ten opzichte van de John Innes potgronden werd bereikt door een menging van veen met zand. In de Verenigde Staten ontwikkelden BAKER c.s. (13) het U.C. systeem dat is opgebouwd uit de combinaties van 5 grondsoorten met 6 meststoffenmengsels. De potgrondsoorten zijn samengesteld uit jong mosveen en/of fijn zand en bevatten 0, 25, 50, 75 of 100 vol % jong mosveen. Het grote aantal verschillende mengsels wordt echter niet gemotiveerd, noch wordt aangegeven welke potgronden voor welke gewassen moeten worden gebruikt. Een mengsel van veen en zand gebaseerd op het U.C. systeem werd ook in Engeland gepropageerd (26, 115).

FURNESS en NEWTON (48) vergeleken verschillende U.C. mengsels met een John Innes potgrond en vonden dat sommige veen : zandverhoudingen slechtere resultaten gaven dan JI-potgrond. Over de bemesting van de gebruikte U.C. potgronden wordt echter niets vermeld, zodat de waarde van dit onderzoek twijfelachtig is.

Naast mengsels van veen en klei of zand zijn er nog die waarin de minerale grond is vervangen door een ander materiaal. Zo vermelden SHELDRAKE en BOODLEY (98) potgronden, die voor de helft bestaan uit turfstrooisel en voor de andere helft uit vermiculiet of perliet. Volgens BAUMANN (15) levert turfstrooisel gemengd met (compost na enige weken composteren een goede potgrond, terwijl een mengsel van carexveen en storsrijke stalmest in de volumeverhoudingen van 1 : 1 of 2 : 1 na compostering eveneens geschikt zou zijn als potgrond voor het opkweken van verschillende groentegewassen (17).

Bij het samenstellen van potgrond kan een verdere vereenvoudiging worden aangebracht door uit te gaan van alleen veen, waarbij een onderscheid moet worden gemaakt tussen mengsels van diverse veensoorten en potgronden die zijn opgebouwd uit slechts één veensoort.

Tot de eerste categorie behoort een door ROORDA VAN EYSINGA (92) ontwikkelde potgrond van gelijke delen turfstrooisel en vers zwartveen, dus veensoorten die zeer nauw verwant zijn. Dit substraat werd onder de naam "Flujas" wettig gedeponneerd. In verschillende proeven voldeed "Flujas" goed, niet alleen als substraat maar ook wat betreft de verwerkbaarheid tot perspotten.

Een voorbeeld van de eenvoudigste potgrond bestaande uit slechts één materiaal werd al in 1948 gegeven door FRUHSTORFER (46), die een substraat van zwartveen voor Ericaceae zoals Erica en Azalea ontwierp. Na de introductie van "Einheitserde" heeft hij deze richting echter verlaten en werd het onderzoek naar een potgrond van één veensoort in West-Duitsland voortgezet door PENNINGSFELD. Deze vond dat een aantal Beierse venen geschikt waren voor potgrond voor bloemen (86). De resultaten van latere onderzoeken (83, 84, 85) mede met betrekking tot tot het opkweken van groentegewassen zijn voor een groot deel tezamen gebracht in een publicatie van PENNINGSFELD en KURZMANN (87), waarin het gebruik van jong mosveen als substraat nader is uitgewerkt. Verder moet in dit verband nog worden genoemd het werk van BROWNING (24), BAUMANN (15, 16), REEKER (89), ROLL-HANSEN (90) en STRÖMME c.s. (105), die eveneens vermeldde dat potgrond van alleen jong mosveen bruikbaar is. Dat echter binnen het jonge mosveen nog verschillen aanwezig kunnen zijn, werd geconstateerd door GORDON en SPRINGER (51, 52). Zij vonden namelijk dat de grofheid van deze veensoort afhankelijk was van de botanische herkomst en dat grover mosveen een betere potgrond leverde.

Bij het voorgaande literatuuroverzicht kunnen de volgende aantekeningen worden gemaakt.

- De literatuur werd grotendeels chronologisch gerangschikt weergegeven. In deze indeling kan een tweede systematiek worden onderkend en wel die betreffende het aantal grondsoorten per mengsel. Waren de oude potgronden uit de praktijk vaak samengesteld uit vele bestanddelen, via de 3 materialen in de John Innes potgronden heeft het onderzoek geleid naar een potgrond die als basis slechts één veensoort bevat. In de loop van de tijd is duidelijk meer en meer gestreefd naar een vermindering van het aantal componenten in de potgrond.
- Vergelijkend onderzoek van de diverse mengsels wordt meestal niet aangetroffen of is beperkt van opzet en omvang. Het is aan de hand van de literatuur derhalve onmogelijk om een oordeel te vellen over de gebruikswaarde van de uiteenlopende samenstellingen.
- Nagenoeg alle publicaties geven bemestingsnormen. Aangezien deze normen in het algemeen afhankelijk zijn van factoren zoals plantensoort, plantgrootte en grondsoort kunnen van geval tot geval verschillen in optimale gift optreden. Een volledige bespreking zou te veel buiten het bestek van dit werk vallen en is daarom achterwege gelaten. Voor zover echter de bemestingen betrekking hebben op de tomaat zal indien nodig daarop later worden teruggekomen.
- Over de bereiding van potgronden is een redelijke hoeveelheid literatuur beschikbaar, die grotendeels in de rubriek "receptuur" kan worden ondergebracht. Over de analyse van een willekeurige potgrond ter beoordeling van de gebruikswaarde zijn echter maar weinig gegevens voorhanden. Dit motiveerde het onderzoek ten behoeve van de 2^e probleemstelling.

3 METHODEN VAN ONDERZOEK BIJ DE POTGRONDPROEVEN

3.1 Uitvoering van de opkweekproeven

Bij de opkweekproeven met diverse grondsoorten werden de mengsels bereid op basis van volumehoeveelheden los gestorte materialen en is de samenstelling van het substraat opgegeven in volumepercenten van de som der afzonderlijke componenten. Deze som is niet altijd gelijk aan het volume dat in werkelijkheid wordt verkregen. Zo is voor potgronden van veen en minerale grond het volume na menging kleiner dan de som van de samenstellende grondstoffen omdat de minerale fractie tussen de veendeeltjes verdwijnt. Door een toeneming van het volumegewicht kan bovendien klink optreden waardoor bij bepaalde materialen en mengverhoudingen het totale volume extra wordt verkleind.

De meststoffen werden vlak voor het gebruik toegediend, de hoeveelheden zijn vermeld in mg of g per los gestorte potgrond. Voor de opkweekproeven werd gebruik gemaakt van perspotten. Wanneer de potten op de grond stonden, waren eerst rietmatten aangebracht teneinde het effect van de kasgrond uit te schakelen. Bij een opstelling op tabletten waren de perspotten direct op het tablet geplaatst.

De tomatenplantjes werden in een jong stadium opgepot zonder dat eerst nog werd verspeend. Per pot was één plant aanwezig. Tijdens de proeven werd zonodig met leidingwater gegoten.

3.2 Bepalingen aan de jonge planten

Aan het einde van de opkweekperiode werden de stengels van de tomatenplanten vlak onder de zaadlobben doorgeknipt, waarna van de spruit één of meer van de volgende eigenschappen werden bepaald.

Verse massa. De bepaling van het gewicht daarvan vond zo mogelijk direct na het oogsten plaats. Indien dit om praktische redenen niet uitvoerbaar was, werden de planten gedurende maximaal enkele uren in een plastieken zak op een koele plaats bewaard.

Lengte. Gemeten werd de lengte van de stengel vanaf snijvlak tot groeipunt.

Aantal bladeren. Alleen de bladeren langer dan 3 cm werden geteld. De keuze van deze grens berustte op de ervaring dat bij een bladlengte van 3 cm weinig twijfelgevallen aanwezig waren.

Trosontwikkeling. Onder een binoculair microscoop met een vergroting van 10 x werd de meest ontwikkelde bloemknop beoordeeld volgens een schaal van 0 tot en met 10, waarbij 0 = geen ontwikkeling waarneembaar en 10 = bloemknop geheel open.

Droge stof. Het gewicht aan droge stof werd bepaald door gedurende 20 uren te drogen bij 60°C in een geforceerde luchtstroom.

3.3 Grondonderzoek

Volledig grondonderzoek. Hieronder wordt verstaan het routine-onderzoek zoals dat op het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt te Naaldwijk wordt verricht. Dit grondonderzoek omvat een analyse van de organische stof, pH-water, Fe, Al, NaCl, gloeirest, N-water, P-water, K-water, MgO en Mn. De bepalingen zijn beschreven door DEKKER en VAN DIJK (39).

Vocht karakteristiek. De pF-curven werden bepaald door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (82).

Fractieverdeling van de organische stof. De fractieverdeling van de organische stof werd bepaald volgens een natte zeefanalyse die gebaseerd was op de methode van HOOGHOUT (40,60), waarbij op een aantal punten wijzigingen werden aangebracht. Aan 25 g vochtige grond wordt toegevoegd 100 ml HCl 2n. Na 5 minuten wordt gefiltreerd en het residu gedurende 1 uur behandeld met 100 ml T-pol 1%. Vervolgens wordt de grond overgebracht op de bovenste van een stapel zeven, opgehangen aan een elektrische trillapparaat (merk Schalfix met een frequentie van 50 Herz.). De maaswijdte van de zeven bedraagt 75, 100, 200, 300, 500 en 1.000 μ . Gedurende de zeef tijd van 2 à 3 minuten wordt gespoeld met leidingwater. De op een zeef achtergebleven fractie wordt gedroogd bij 105°C. Na weging wordt het gehalte aan organische stof bepaald door gedurende 2 uren te gloeien bij 900°C. In een tweede monster worden vochtgehalte en gehalte aan organische stof bepaald. De grootte van een organische fractie wordt omgerekend in % droog materiaal van de totale droge organische stof. De fractie < 75 μ werd berekend als restwaarde.

3.4 *Chemisch gewasonderzoek*

Stikstof. Het luchtdroge en gemalen gewas wordt gedestruëerd met zwavelzuur onder toevoeging van salicylzuur, natriumthiosulfaat en een seleniummengsel, waarna de NH_3 wordt overgedestilleerd en door titratie bepaald (56,57). De hoeveelheid stikstof is berekend als % N van de droge stof.

3.5 *Proeftechniek*

De proeven waren opgezet volgens schema's, gebaseerd op het werk van GOULDEN (53) of rechtstreeks ontleend aan COCHRAN and COX (33). De waarnemingsuitkomsten werden onderworpen aan variantie-analysen (53) terwijl voor het vergelijken van objectgemiddelden gebruik werd gemaakt van de breedtetoets van KEULS (67). Regressie-analysen geschieden overeenkomstig methoden zoals die zijn beschreven door SNEDECOR (101). In het onderzoek met de potgrondmonsters uit de praktijk werden de uitkomsten bewerkt volgens een methode die in de polyfactoranalyse wordt toegepast (23, 42). Voor sommige proeven is een uitvoerige behandeling van de opzet en verwerking ter plaatse gegeven.

4. EERSTE ONDERZOEK MET POTGRONDEN UIT DE PRACTIJK

Het eerste onderzoek naar de kwaliteit van bedrijfspotgronden had betrekking op substraten voor het opkweken van tomatenplanten ten behoeve van teelten in licht verwarmde of onverwarmde warenhuizen.

4.1 Bemonstering

Einde januari 1960 werden potgrondmonsters verzameld van 51 willekeurige bedrijven. In de regel werd per bedrijf één partij potgrond bemonsterd, maar in enkele gevallen een tweede monster meegenomen dat afkomstig was van een mengsel met een andere samenstelling. Het totale aantal monsters bedroeg 56, waarvan 45 uit het Westland en 10 uit de omgeving van Leidschendam. Verder was nog Flujas-potgrond (92) opgenomen. Elk monster had een grootte van ongeveer 40 liter en was zodanig genomen dat een gemiddeld beeld van de desbetreffende hoop potgrond werd verkregen. Bovendien werden van de tuinder gegevens over de samenstelling opgevraagd. De inlichtingen over de aard van de materialen en bemestingen zullen over het algemeen wel juist zijn geweest, maar wat betreft die over de procentuele samenstelling is dit minder zeker. Bij het mengen van de verschillende fracties wordt namelijk meestal niet gewogen of gemeten, maar worden de hoeveelheden geschat of wordt uitgegaan van de aankopphoeveelheden, die ook niet erg nauwkeurig zijn.

Sommige tuinders deelden mede, dat vlak voor het gebruik van de potgrond nog het één of ander zou worden toegevoegd. In zo'n geval werden eveneens dezelfde soort en hoeveelheid aangewend alvorens met het onderzoek te beginnen.

4.2 Samenstelling van de potgronden

De door de tuinders verschaftte inlichtingen maakten het mogelijk een indruk te verkrijgen van de wijze waarop in de praktijk de potgronden werden samengesteld. Een overzicht van de voornaamste bestanddelen is in tabel 1 aangegeven.

Tabel 1. Samenstelling van 56 potgronden uit de praktijk

uitgangsmateriaal	aantal monsters		aandeel aan het mengsel in vol. %		
	abs.	%	min.	max.	gem.
bagger	10	18	14	66	41
bolster	8	14	15	100	35
organische mest	20	36	4	41	18
turfstrooisel	14	25	8	35	17
vinkeveens veen	30	54	18	90	49
zand	25	45	1	30	12
handelspotgrond	18	32	-	-	100

Behalve de vermelde materialen werden nog andere veensoorten, dommest, staalgrond, klei of zavel gebruikt die echter een ondergeschikte rol speelden zowel wat betreft het aantal monsters als de toegepaste percentages, zodat deze buiten beschouwing werden gelaten. Een tweede vereenvoudiging was dat de baggers, hoofdzakelijk uit de Brasemermeer, niet naar herkomst werden gesplitst. De onder één noemer gebrachte organische mest bestond voornamelijk uit stalmest. Van de 18 handelspotgronden was de samenstelling niet bekend. Naar schatting bestonden 7 monsters uit bolster + zand en de overige 11 overwegend uit Vinkeveens veen.

Uit tabel 1 volgt, dat in de meeste potgronden Vinkeveens veen een belangrijk aandeel had en dat 30 monsters voor gemiddeld

de helft uit deze veensoort waren opgebouwd. Ook zuiver zand was in veel mengsels verwerkt met een gemiddeld volumepercentage van 12. Waar geen zuiver zand was gebruikt, bleek soms ander anorganisch materiaal te zijn toegepast. Zowel het aantal uitgangsmaterialen als het wisselende voorkomen aduïden er op, dat de onderzochte potgronden in samenstelling sterk uiteenliepen.

Bovendien waren er nog altijd variaties in de bemesting zodat van de door de tuinders zelf gemaakte potgronden er niet twee gelijk waren.

4.3 Grondonderzoek

Het grondonderzoek bestond uit het volledige grondonderzoek, de bepaling van de vocht karakteristiek en de bepaling van het volumegewicht van de tot perspotten verwerkte grond. Bij deze laatste bepaling werd uitgegaan van het droge gewicht van de perspot en het berekende volume van de pottenpers, dat 430 ml per pot bedroeg.

Tabel 2. Resultaten van het volledige grondonderzoek volgens de methoden van het Proefstation te Naaldwijk bij 56 potgronden uit de praktijk

bepaling	minimum	modus	maximum
organische stof (%)	10	33	76
CaCO ₃ (%)	0	0,4	9,0
pH-water *	3,3	6,0	7,2
Fe (d.p.m.extract)	0,6	0,8	16,0
Al (d.p.m.extract)	0	0,5	6,8
NaCl (mg NaCl per 100 g droge stof)	22	60	273
gloeirest (%)	0,16	0,8	2,22
N-water (mg N per 100 g droge grond)	4	25	127
P-water (mg P ₂ O ₅ per 100 g droge grond)	2	35	> 40
K-water (mg K ₂ O per 100 g droge grond)	16	50	280
MgO (d.p.m.extract)	139	300	> 400
Mn (d.p.m.extract)	0,3	6	36

* 1 monster met pH = 3,3
 1 monster met pH = 4,8
 rest tussen 5,3 < pH < 7,2

De resultaten van het volledige grondonderzoek zijn samengevat in tabel 2. De verschillen tussen de uitersten zijn dusdanig dat bij alle grootheden de spreiding aanzienlijk was.

Aan de vocht karakteristieken werden de percentages vocht en lucht bij verschillende pF-waarden ontleend, waarvan een overzicht in tabel 3 is gegeven. Uit deze tabel volgt, dat ook bij deze eigenschappen de spreiding groot was zodat het bemonsterde materiaal een grote verscheidenheid in structuur vertoonde.

Uit de verrichte analyses kan worden geconcludeerd, dat de onderzochte potgronden uit de praktijk zowel chemisch als fysisch zeer heterogeen waren.

Tabel 3. Volumepercentages vocht en lucht bij verschillende pF-waarden voor 56 potgronden uit de praktijk

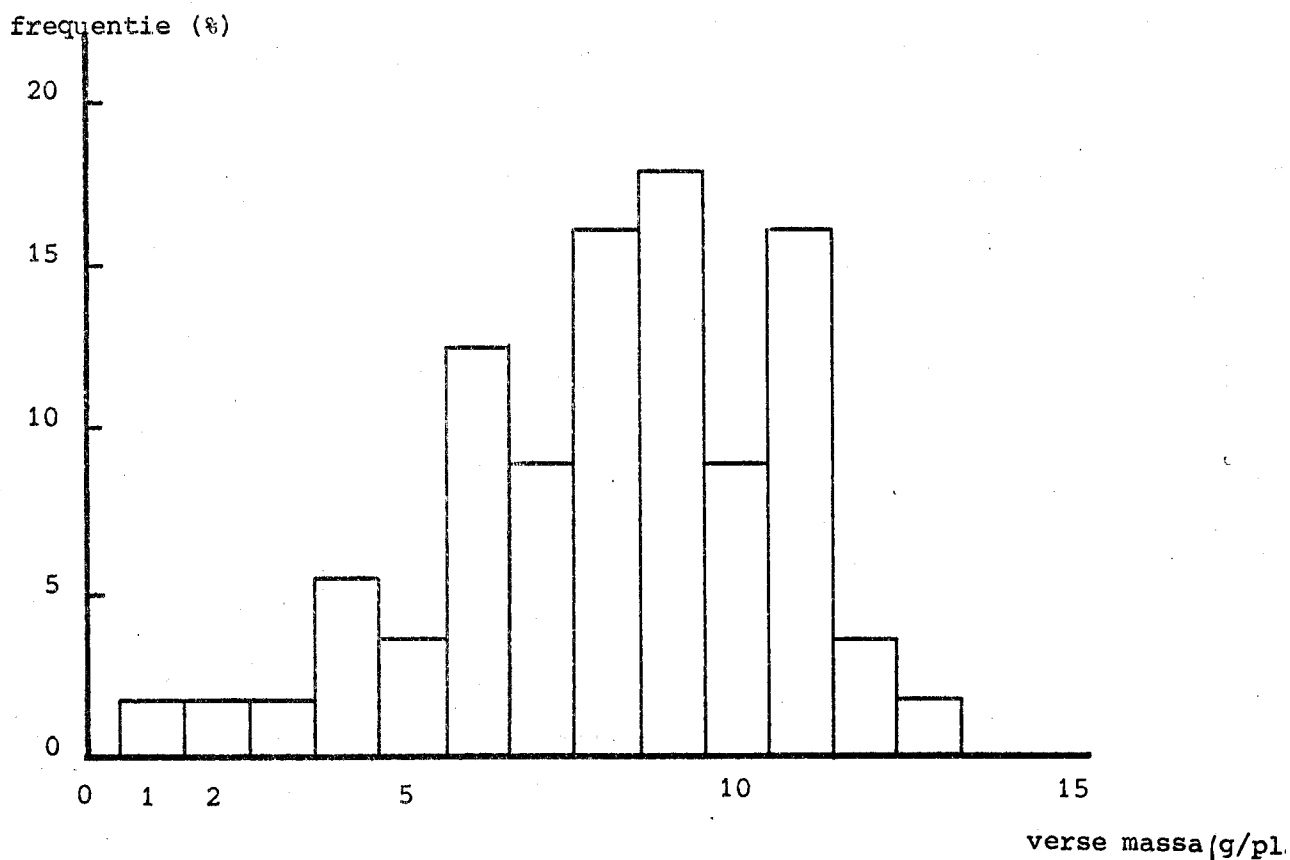
fase	pF-waarde	minimum	modus	maximum
vocht	0,4	68,9	83	89,3
	1,0	65,4	78	85,2
	1,5	48,8	64	72,3
	2,0	37,6	47	58,8
	4,2	10,0	19	29,2
	6,0	2,1	3	4,3
lucht	1,0	0	5	19,6
	1,5	10,8	19	32,4
	2,0	23,2	36	48,4

4.4 Opkweekproef

Voor de proef met 56 potgrondmonsters aangaande het opkweken van tomatenplanten werd als schema een 7 x 8 "rectangular lattice" met 3 parallellen toegepast. Elke parallel was onderverdeeld in 8 blokken en per blok waren 7 potgronden aanwezig (33). De proef werd uitgevoerd met perspotten van 8 x 8 cm, waarbij elk vak uit 8 potten bestond. De potproef duurde van 11 februari tot 14 maart 1960 en aan het einde daarvan werd per vak de verse massa van de tomatenplanten bepaald.

Het resultaat van de opkweekproef was, dat de verse massa onder invloed van de potgrondmonsters uiteenliep van 0,7 g per plant tot 13,0 g terwijl het algemeen gemiddelde 8,1 g was en de variatiecoëfficiënt 9,19%. De gewichten aan verse massa zijn weergegeven in figuur 1. Daaruit blijkt dat de spreiding aanzienlijk was en dat er veel monsters waren met een slechte groei van de daarin opgekweekte tomatenplanten. Kennelijk liet de kwaliteit van vele potgronden te wensen over.

Figuur 1. Histogram voor de verse massa van jonge tomatenplanten in het 1^e onderzoek met 56 potgronden uit de praktijk



Teneinde deze kwaliteit te omschrijven, werd gebaseerd op de verse massa een indeling in vier klassen gemaakt, waarna per klasse het percentage voorkomende monsters werd berekend (tabel 4). Van het totaal aantal monsters was 70% zeer slecht tot onvoldoende, terwijl maar 30% kon worden gewaardeerd als goed. De verdeling van de handelspotgronden leert, dat de kwaliteit van deze categorie eveneens in vele gevallen niet best was.

Tabel 4. Kwaliteitsindeling van 56 potgrondmonsters en van de daartoe behorende 18 handelsgronden

kwaliteit potgrond	verse massa in g per plant	procentuele verdeling van	
		56 potgronden	18 handelsgronden
zeer slecht	0 t/m 3	5	0
slecht	4 t/m 6	22	33
onvoldoende	7 t/m 9	43	45
goed	10 t/m 13	30	22

Weliswaar werden bij de handelspotgronden geen monsters van een zeer slechte kwaliteit aangetroffen, maar anderzijds was de klasse goed ook in een mindere mate vertegenwoordigd. Zodoende was het gemiddelde kwaliteitsverschil tussen de tuindersmengsels en de handelspotgronden van geen betekenis. De Fluja-potgrond leverde een verse massa van 11,4 g per plant en behoorde derhalve tot de mengsels met een goede kwaliteit.

4.5 Invloeden van factoren, die in het grondonderzoek waren opgenomen

Voor het opsporen van verbanden tussen de verse massa van de jonge tomatenplanten en de bij het grondonderzoek betrokken factoren werden grafische bewerkingen toegepast (23, 42). Daaruit bleek, dat één bepaling een zeer duidelijke aanwijzing opleverde voor de verschillen in groei, namelijk N-water. Het verband van de verse massa met N-water was kromlijniig terwijl de beste aanpassing van een mathematische formule aan de puntenzwerm werd verkregen door N-water te transformeren naar logN-water. Behalve dit verband was er nog een samenhang tussen de verse massa en het gehalte aan organische stof.

Verder kwam naar voren dat 3 potgronden naar verhouding een abnormaal laag plantgewicht leverden. Een mengsel bestond uit onbekalkte bolster en de slechte groei moest worden toegeschreven aan een te lage pH. De twee andere potgronden waren van het zelfde bedrijf afkomstig en hadden nagenoeg de zelfde samenstelling. Beide gronden bevatten ongeveer 30 vol.% stalmest welk hoge gehalte groeiremming bij de planten kan veroorzaken. Dit was aanleiding de invloed van de organische bemesting nader te bezien en verderop te vermelden (4.6 op blz.19). Voor de overgebleven 53 potgronden was volgens een meervoudige regressieberekening (101)

$$\text{verse massa g/plant} = 8,6 \log N\text{-water} - 0,06 \cdot \text{org. stof}(\%) - 1,6$$

De multiële correlatiecoëfficiënt bedroeg 0,87; de partiële correlatiecoëfficiënt voor de verse massa en logN-water was + 0,85, die voor de verse massa en het gehalte aan organische stof - 0,44.

Het berekende negatieve verband voor de verse massa met het gehalte aan organische stof is zeer merkwaardig omdat uit ervaring en onderzoek bekend is dat weinig veen en veel zand of klei in een potgrond de kwaliteit van de perspotten ongunstig beïnvloedt. Bovendien treedt een ander probleem op : een toenemend gehalte aan organische

stof betekent een verlaging van de gewichtshoeveelheid grond per eenheid van volume. In dat geval zal bij een opkweek in perspotten ondanks een constant getal voor N-water in werkelijkheid de hoeveelheid N per plant verminderen. Dit laatste verklaart de berekende invloed van het gehalte aan organische stof.

Teneinde een dergelijk niet reëel effect te elimineren, werd de hoeveelheid in water oplosbare stikstof betrokken op het volume van de grond uitgedrukt in mg N per 100 ml grond. Deze grootte wordt in het vervolg N-waarde genoemd en is berekend uit de formule :

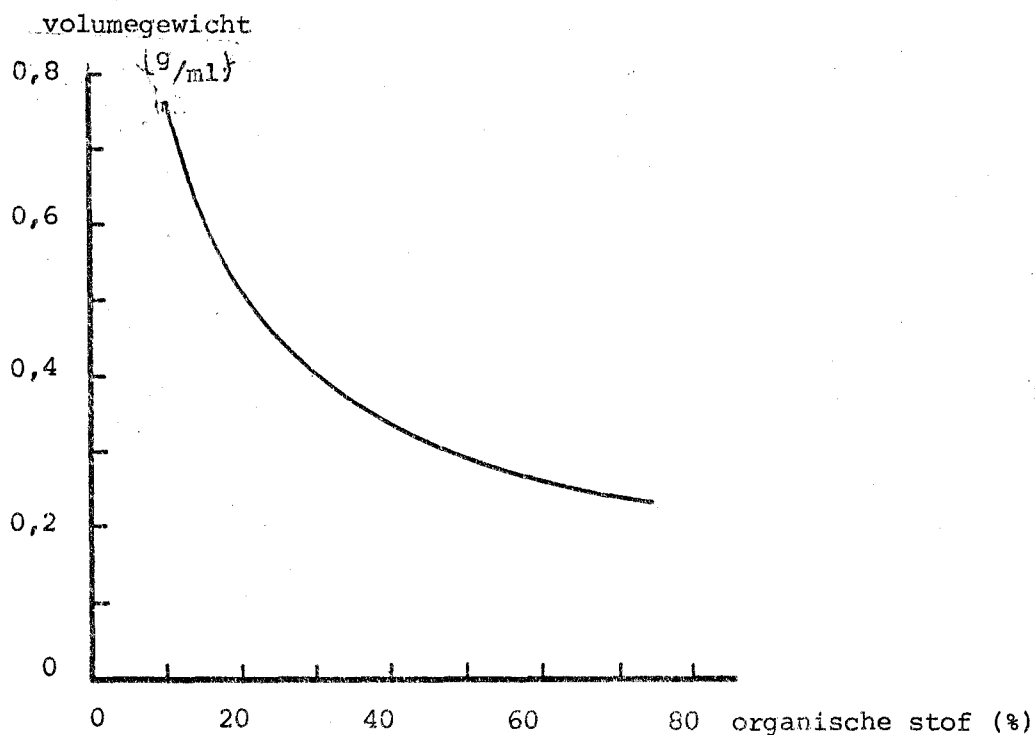
$$\text{N-waarde} = \text{N-water} \times \text{volumegewicht.}$$

In deze formule heeft het volumegewicht betrekking op de perspotten. Dit volumegewicht bleek in deze proef een sterke samenhang te vertonen met het gehalte aan organische stof volgens de vergelijking

$$vg = 3,1 \cdot \text{organische stof (\%)}^{-0,61} \quad (r = -0,93 ; \quad n = 56),$$

waarin vg in g droge grond per ml (zie figuur 2).

Figuur 2. Verband tussen het volumegewicht van perspotten en het gehalte aan organische stof bij de potgronden van tabel 2



Behalve de volumegewichten van de tot perspotten verwerkte grond waren ook volumegewichten bekend zoals die waren gemeten bij het bepalen van de vochtkarakteristieken. Voor het verband tussen dit volumegewicht en het gehalte aan organische stof werd dezelfde vergelijking berekend en nagenoeg een gelijke correlatiecoëfficiënt, namelijk $r = -0,92$.

Deze regressievergelijking diende om per monster het volumegewicht af te leiden uit het gehalte aan organische stof. Die methode werd ook gevolgd bij latere onderzoeken, daar de bepaling van het gehalte aan organische stof gemakkelijker is uit te voeren dan die van het volumegewicht.

Tussen de verse massa en N-waarde bleek eveneens een kromlijng verband te bestaan, terwijl na een logarithmische transformatie van N-waarde een rechtlijng verband werd verkregen.

Uit de berekening van de meervoudige regressie van de verse massa op logN-waarde en het gehalte aan organische stof bleek, dat de partiële correlatiecoëfficiënt voor verse massa en logN-waarde + 0,85 was en die voor verse massa en organische stofgehalte + 0,14. De laatste correlatiecoëfficiënt wijkt niet statistisch betrouwbaar van nul af.

De enkelvoudige regressievergelijking voor verse massa en logN-waarde luidde

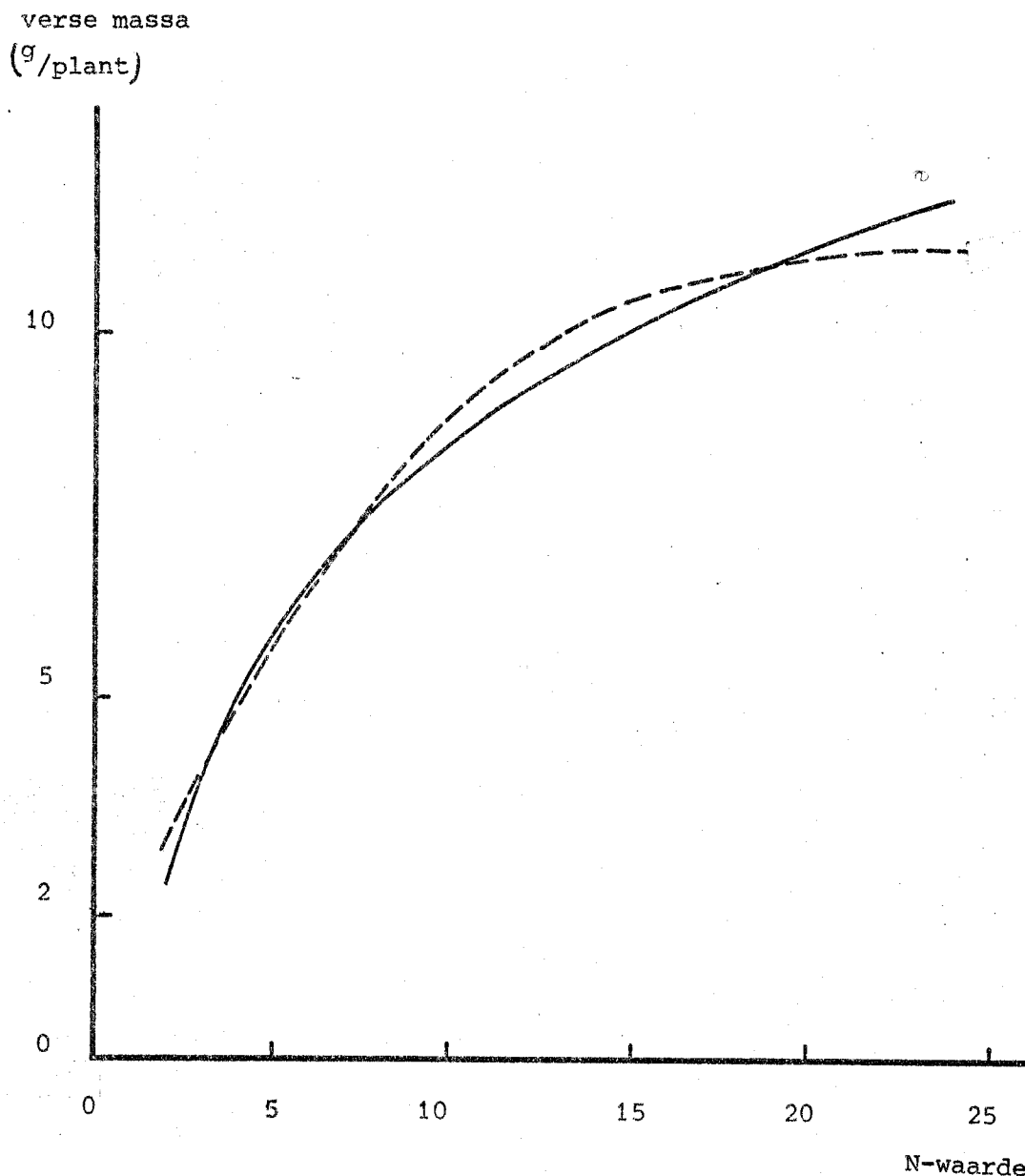
$$\text{verse massa (g/plant)} = 8,8 \cdot \log N\text{-waarde} - 0,2 \quad (r = + 0,86; \quad n = 53).$$

Deze vergelijking is afgebeeld in figuur 3, evenals de kromme, die met de hand door de puntenzwerm is getrokken. De handkromme verklaarde 73% van de totale kwadraatsom van de afwijkingen van de verse massa. De 2 krommen vielen nagenoeg samen bij N-waarden kleiner dan 20.

Figuur 3. Verband tussen N-waarde en de verse massa in 53 potgronden uit het 1^e onderzoek met potgronden uit de praktijk.

Getrokken lijn = berekende regressielijn

Onderbroken lijn = handkromme



Verder toont figuur 3, dat bij een lage stikstoftoestand een geringe toename van N-waarde samen ging met een sterke verhoging van de groei. Boven een N-waarde = 6 had geleidelijk een vermindering van de stikstofinvloed plaats, terwijl bij een N-waarde = 20 volgens de handkromme het optimale traject werd bereikt.

Na correctie van de verse massa op de verschillen in stikstoftoestand kon nog één bepaling worden opgespoord, die van betekenis was voor de groeiverschillen, te weten het luchtporiënvolumen bij $pF = 1,0$. De berekening van de invloed van dit poriënvolumen berustte op de waarnemingen aan 45 potgrondmonsters. Daar een N-kromme werd bepaald uit 53 monsters, betekende dat de verwijdering van 8 monsters, welke geschiedde op grond van de volgende overwegingen.

- Bij 3 monsters was het luchtporiënvolumen dermate afwijkend dat er reden was foutieve bepalingen te veronderstellen. Deze mening werd gesteund door het feit dat de duplo-bepalingen geen overeenstemming vertoonden.
- Van één monster was de verse massa ongewoon laag vergeleken bij het overigens redelijke luchtporiënvolumen. De betreffende potgrond bestond uit weinig organische materiaal en bevatte naast veel zand ook veel zavel; het gehalte aan organische stof bedroeg slechts 12%. Dergelijke gronden worden bij het persen zichtbaar te veel in elkaar gedrukt en zijn blijkens praktische ervaringen ongeschikt voor perspotten. Vermoedelijk is na het persen het luchtporiënvolumen bij $pF = 1,0$ lager dan uit de vocht karakteristieken volgt zodat de pF -bepaling geen goede indicatie oplevert bij potgronden met een uitzonderlijk laag gehalte aan organische stof.
- Bij 4 monsters ging een bijzonder groot luchtporiënvolumen samen met een lage verse massa. De vocht karakteristieken toonden aan dat deze monsters ook bij $pF = 0,4$ zeer hoge luchtporiënvolumina hadden met een gemiddelde van ongeveer 5% terwijl voor het gehele materiaal het gemiddelde 1% was. Mogelijk waren het irreversibel indrogende potgronden, die bij de herbevochtiging niet volledig met water werden verzadigd (60, 82). Deze veronderstelling werd gestuund door de samenstelling van elk mengsel, waarin een veensoort was verwerkt, die als irreversibel indrogend bekend staat en voor de potgrondbereiding ongeschikt wordt geacht.

Van de resterende 45 potgronden varieerde het luchtporiënvolumen bij $pF = 1,0$ van 1% tot 9% terwijl het gemiddelde 4,4% bedroeg. De regressievergelijking van de verse massa op $\log N$ -waarde en het luchtporiënvolumen bij $pF = 1,0$ was :

$$\text{verse massa (g/plant)} = 8,4 \cdot \log N\text{-waarde} + 0,30 \text{ luchtporiënvolumen (\%)} - 0,9$$

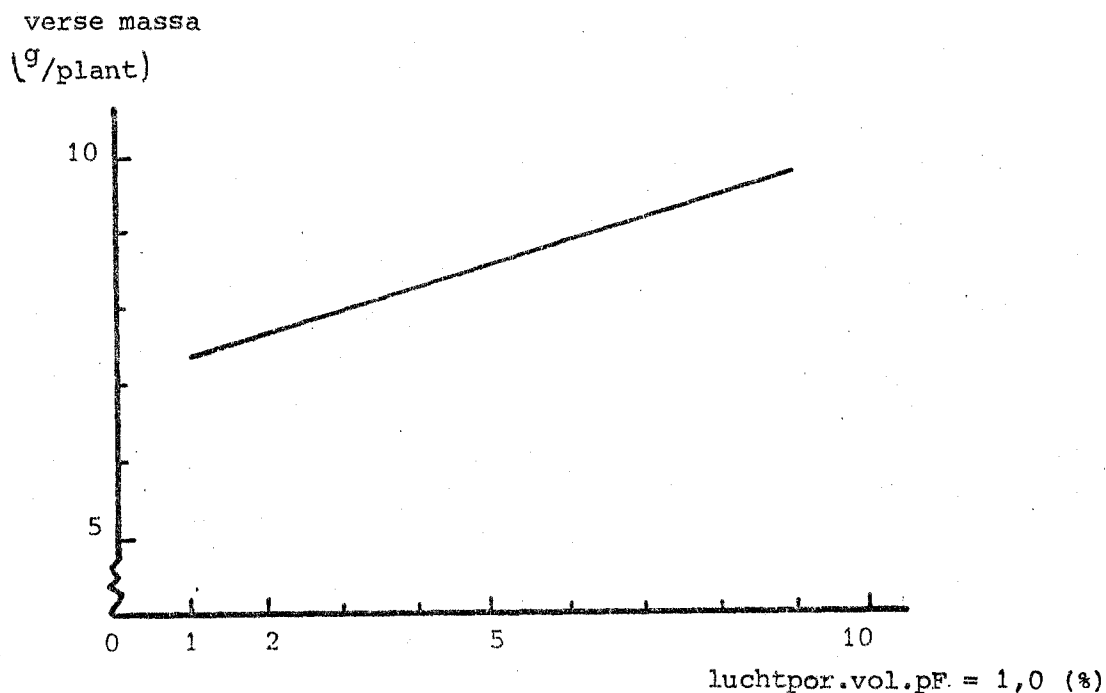
terwijl de multi-pele correlatiecoëfficiënt 0,91 bedroeg. De variantie-analyse voor deze vergelijking is in tabel 5 opgenomen. Daaruit kan worden afgeleid dat bij deze 45 potgronden de totale kwadraatsom voor 83% werd verklaard; door $\log N$ -waarde werd 78% verklaard en door het luchtporiënvolumen 5%.

Tabel 5. Variantie-analyse voor de meervoudige rechtlijnige regressie van de verse massa op $\log N$ -waarde en luchtporiënvolumen bij $pF = 1,0$ bij 45 potgronden uit de praktijk

	ska	gvv	gks	F	P
totaal	280	44			
verklaard door $\log N$ -waarde	218	1	218	188	< 0,01
verklaard door luchtporiënvolumen	13	1	13	11	< 0,01
onverklaard	49	42	1,2		
proeffout			0,2		

Het verband tussen de verse massa en het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ voor de gemiddelde stikstoftoestand is in figuur 4 afgebeeld : een hoger luchtporiënvolume was gunstiger voor de groei van de jonge tomatenplant.

Figuur 4. Verband tussen de verse massa en het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ voor 45 potgronden van het eerste onderzoek met gronden uit de praktijk bij gemiddelde stikstoftoestand (N-waarde = 9)



Wanneer het materiaal werd uitgesplitst naar N-waarde, bleek bij een N-waarde lager dan 6 het luchtporiënvolume geen invloed te hebben op de verse massa.

4.6 Invloed van de samenstelling

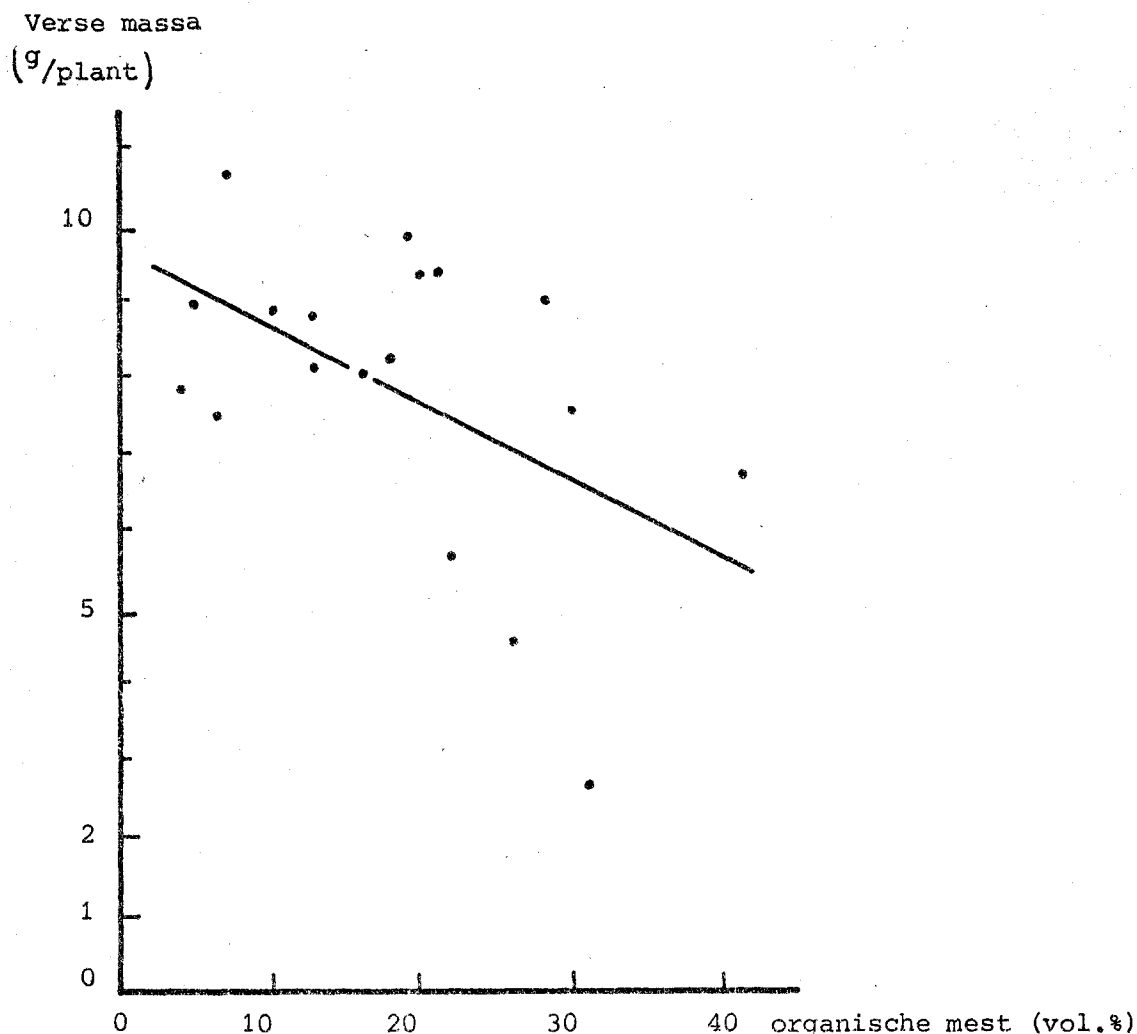
Daar het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ een maat is voor de structuur, werd verondersteld dat deze factor een samenhang zou kunnen vertonen met de in de potgronden verwerkte veensoorten. In dat geval zou een fysische beoordeling mogelijk zijn van de afzonderlijke veencomponenten, wat gunstige perspectieven zou openen ten aanzien van voorschriften voor de bereiding van potgronden. Deze veronderstelling bleek echter niet op te gaan wegens het ontbreken van bedoelde samenhangen.

Een tweede poging om de bestanddelen in de mengsels te kwalificeren berustte op een directe vergelijking met de hoeveelheid verse massa van de tomatenplanten, uiteraard na een correctie voor de stikstoftoestand. Daaruit werden slechts de zwakke aanwijzingen verkregen dat het Vinkeveense veen een geringe positieve invloed uitoefende en het Zilker veen een negatieve. Laatstgenoemde veensoort kwam echter in weinig monsters voor en was dan ook bij de potgrondbereiding als geheel gezien van geringe betekenis.

Wat betreft het gebruik van organische mest in de mengsels is er reeds eerder op gewezen in 4.5 dat hoge giften een nadelig effect hadden. Na een correctie van de verse massa op N-waarde en het luchtporiënvolume werd voor de potgronden met organische mest de volgende regressieformule berekend (zie figuur 5) :

$$\text{verse massa (g/plant)} = 0,1 \cdot \text{organische mest (vol\%)} + 9,7 \quad (r = -0,52; n = 18).$$

Figuur 5. Invloed van de hoeveelheid organische mest op de verse massa na een correctie op N-waarde en het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$



Uit de richtingscoëfficiënt blijkt dat de toevoeging van organische mest aan het potgrondmengsel een ongunstige invloed had op de groei van de jonge tomatenplant. In feite was het verband kromlijinig: tot ongeveer 20 vol.% was de toevoeging van organische mest van geen belang en daarboven was deze bijmenging nadelig.

De invloed van de organische mest op de verse massa kon niet worden verklaard door de uitkomsten van de zout- of gloeirestbepaling.

4.7 Bespreking

Dit onderzoek van potgronden uit de praktijk heeft aangetoond dat de variatie in samenstelling als die in de analyseresultaten aanzienlijk was. Uit de opkweekproeven ter bepaling van de gebruikswaarde bleek eveneens een grote verscheidenheid. Het verschil in groei van de planten werd vooral veroorzaakt door de uiteenlopende stikstoftoestand, die oorspronkelijk werd gemeten als N-water (aantal mg wateroplosbare N per 100 g droge grond).

Een karakterisering van de stikstoftoestand op basis van volume door N-waarde (in mg N per 100 ml grond) leverde een kromme, waardoor ongeveer

hetzelfde percentage van de totale kwadraatsom van de verse massa kon worden verklaard als door de regressievergelijking voor verse massa, logN-water en gehalte aan organische stof. Bovendien leidde het gebruik van N-waarde niet tot een schijnrelatie van de verse massa met het organische stofgehalte. Deze uitkomsten ondersteunen de opvattingen van TEPE (108) dat bij potgronden met hun sterk wisselende gehalte aan organische stof de analyseresultaten betreffende o.a. de stikstoftoestand betrekking dienen te hebben op het volume van de grond en niet op het gewicht.

De logarithmische functie van N-waarde heeft geen optimum terwijl in werkelijkheid een te hoge stikstoftoestand een opbrengstdepressie ten gevolge heeft (103). Vandaar dat in figuur 3 als controle de hand-kromme is opgenomen, waaruit blijkt dat bij deze proef de optimale stikstoftoestand niet werd overschreden. De regressievergelijking voor verse massa en logN-waarde was in dit geval bruikbaar maar bezit geen algemene geldigheid.

Hoewel geen N-waarden kleiner dan 2 aanwezig waren, mag worden aangenomen dat de kromme nagenoeg door de oorsprong zou zijn aangegaan. Dit geldt trouwens ook voor het verband tussen N-water en de verse massa. Derhalve was de groei van tomatenplanten tijdens de opkweek niet mogelijk zonder dat vooraf in de potgrond in water oplosbare stikstof aanwezig was. Blijkbaar is in dit geval de mineralisatie van organische stikstof van geen enkele invloed geweest op de stikstofvoorziening van het gewas (44).

De grote invloed van N-waarde op de verse massa van de jonge tomatenplanten maakte het gewenst nader te bestuderen welke gevolgen dit heeft gehad voor de kwaliteit van de onderzochte potgronden. Daartoe werd voor N-waarde de in tabel 6 gegeven frequentie-verdeling opgesteld. Uit deze tabel blijkt, dat de meeste potgronden voorkwamen in de klasse 6-12 terwijl daarboven de frequentie zodanig afnam dat in de klasse 24-30 slechts 3% van het aantal onderzochte monsters werd aangetroffen.

Tabel 6. Frequentieverdeling voor de stikstoftoestand van 55 potgronden uit de praktijk

N-waarde	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30
aantal	22	44	22	9	3
(%)					

Volgens figuur 3 mag in deze steekproef een N-waarde boven 18 als deugdelijk worden beschouwd. Dit betekent dat van de onderzochte potgronden niet meer dan 12% in het bezit was van een optimale stikstoftoestand en dat de rest daar meer of minder onder lag; bij 22% was de stikstoftoestand zelfs uitermate slecht.

De onvoldoende resultaten met het opkweken van tomatenplanten moeten derhalve grotendeels worden toegeschreven aan het feit dat het merendeel van de potgronden een tekort aan stikstof vertoonde. Het veelvuldig optreden van te weinig opneembare stikstof in potgronden werd eveneens geconstateerd door HENZE (55).

Volgens figuur 4 was het maximale verschil in verse massa als gevolg van verschillen in het luchtporiënvolume ongeveer 2 gram per plant. Boven een N-waarde van 6 varieerde de verse massa van 6 tot 12 g/plant zodat de invloed van het luchtporiënvolume aanzienlijk was, echter niet

zo groot als die van N-waarde.

Beneden een N-waarde van 6 verkeerde de stikstoftoestand dermate in het minimum dat de tomatenplant niet meer reageerde op veranderingen in het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$.

Bij extrapolatie van de regressielijn in figuur 4 zou de hoogste opbrengst worden verkregen bij 100% lucht wat uiteraard niet bestaambaar is.

Het verband tussen de verse massa en het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ zal in werkelijkheid buiten het bepaalde gebied wel een kromme zijn met een optimum dat echter bij dit materiaal niet werd bereikt.

Met betrekking tot ander onderzoekingen op dit terrein vermeldt HARTMA-DROGE (54) dat in haar potproeven met Cyclamen de kwaliteit van de planten niet werd beïnvloed door het luchtgehalte van de grond; zij geeft echter niet aan bij welke pF -waarde dit werd bepaald.

BUNT (27) daarentegen vond dat de verse massa van jonge tomatenplanten positief was gecorreleerd met het luchtporiënvolume bij $pF = 1,6$ welk verband echter niet kwantitatief wordt beschreven. Volgens een andere publicatie van dezelfde auteur (28) was voor verschillende zandfracties met gebruik van voedingsoplossingen bij jonge tomatenplanten de optimale luchtcapaciteit ongeveer 25%. Voor uiteenlopende aggregaatfracties van een kleigrond voorzien van basisbemestingen bedroeg het optimum evenwel 5%; bij dezelfde fracties maar met voedingsoplossingen had een luchtcapaciteit van 1,9 tot 20% nagenoeg geen invloed, boven dat traject trad een nadelig effect op. Deze luchtcapaciteit werd gemeten na verzadiging en 48 uren uitlekken van de monsters. Uit de vocht karakteristieken kon worden afgeleid dat de luchtcapaciteit werd bepaald bij een pF -waarde, die varieerde van 0,4 tot 0,7 en derhalve niet voor alle monsters gelijk was.

ROORDA VAN EYSINGA (92) bepaalde van verschillende potgronden het luchtporiëngehalte bij $pF = 0,4$ en stelde vast dat dit luchtgehalte geen invloed had op de groei van jonge tomaten- en slapplanten. Uit het bovenstaande blijkt dat de schaarse literatuur op dit terrein niet eensluidend is en geen aansluiting geeft met de resultaten van het onderhavige onderzoek.

Het in deze proef gevonden effect van het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ op de groei van de tomatenplanten verschafte de mogelijkheid na te gaan welk belang daaraan moet worden toegekend ten opzichte van het totaal van de onderzochte monsters uit de praktijk. Daartoe werd van dit luchtvolume een frequentieverdeling gemaakt (zie tabel 7).

Tabel 7. Frequentieverdeling voor het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ van 45 potgronden uit de praktijk.

luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ (%)	< 2	2-4	4-6	6-8	8-10
aantal(%)	16	22	44	16	2

die betrekking heeft op de 45 monsters welke ook werden gebruikt voor het berekenen van de vergelijking op blz. 18. Van deze monsters hadden 44% een luchtporiënvolume van 4-6% terwijl er meer monsters beneden die klasse lagen dan daar boven.

Bij een beoordeling van deze verdeling met behulp van figuur 4 (blz.19) moet in aanmerking worden genomen dat het verband tussen het luchtvolume en de verse massa lineair was zodat de klasse 8-10% niet een optimaal traject betekende maar alleen het hoogste dat in de steekproef werd bereikt. Wanneer een luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ van 6% als een aanvaardbaar minimum wordt beschouwd, blijkt dat minstens 80% van de onderzochte potgronden beneden deze norm bleef.

Een verband tussen het luchtporiënvolume en de diverse veensoorten kon in dit materiaal niet worden vastgesteld. Dat een dergelijke samenhang kan optreden, blijkt uit een meer systematische proef van BUNT (27) die onstateerde dat toevoeging van veen aan een potgrond met weinig organische stof het luchtporiënvolume bij $pF = 1,6$ verhoogde. Een dergelijk resultaat werd eveneens bereikt door STAKMAN (104). Deze nam bij mengsels van zand en veen waar, dat meer veen vooral het luchtgehalte verhoogde terwijl het vocht-houden¹ vermogen boven $pF = 2,0$ slechts weinig toenam.

N-waarde en luchtporiënvolume gaven bij 45 potgrondmonsters een verklaring voor 82% van de totale variantie, terwijl 18% niet verklaarbaar was. Een deel van de onverklaarde variantie bestond uit de toevalsvariantie van de teeltproef (het gewas en niet te verklaren proefomstandigheden). De teeltproef voor de 56 monsters had een variatiecoëfficiënt van 9,2% en aannemende dat voor de 45 monsters eenzelfde waarde zou zijn gevonden, werd de variantie voor de proeffout op 0,2 berekend. Dat is 3% van de totale variantie zodat slechts 15% van de totale variantie onverklaard bleef. Voor deze 15% kon geen verklaring worden gevonden in de overige 10 bepalingen van het volledige grondonderzoek. Dat wil dus zeggen dat de betreffende analyses geen bijdrage hebben geleverd tot het verkrijgen van meer inzicht in de wisselingen van de kwaliteit van de onderzochte potgronden.

Dit geldt voor de gemeten trajecten en bij overschrijding van een bepaald traject zou de verse massa mogelijk wel zijn beïnvloed. Een voorbeeld daarvan is de pH, die voor één monster 3,3 was met als gevolg een zeer slechte groei. De daaropvolgende meest zure potgrond had een $pH = 4,8$ waarboven geen invloed van de pH was te onderkennen.

De enige factor, die buiten het grondonderzoek de verse massa beïnvloedde, was de hoeveelheid organische mest in het mengsel. Beneden ongeveer 20 vol.% was deze hoeveelheid niet van belang voor de plantengroei maar een hoger percentage was nadelig.

ARNOLD BIK (11) vond bij een potgrond van overwegend veen een geringe en negatieve werking van 17 vol.% stalmest maar bij een potgrond met een hoog gehalte aan klei een sterkere positieve invloed. Eveneens een wisselend effect van stalmest werd geconstateerd door ROORDA VAN EYSINGA (92) die tot een conclusie kwam dat bij gebruik van mosveen en toepassing van een juiste bemesting met kunstmest een bijmenging van 10 vol.% stalmest overbodig is.

Dergelijke interacties zouden de oorzaak kunnen zijn geweest van de grote spreiding om de lijn die in figuur 5 als gemiddelde werd aangenomen. In dit verband moet er ook op worden gewezen dat de grootte van de fractie organische mest niet op een bepaling berustte maar op een mededeling van de tuinder met alle eventuele fouten van dien. Verder is alleen het volume-aandeel vermeld en niet de kwaliteit terwijl bekend is dat de kwaliteit van organische meststoffen sterk kan wisselen in afhankelijkheid van herkomst en bewaring.

4.8 Conclusies

Het in dit hoofdstuk beschreven onderzoek met een aantal potgronden afkomstig van glastuinbouwbedrijven in het Westland en de omgeving van Leidschendam en bestemd voor het opkweken van tomatenplanten heeft geleid tot de volgende conclusies.

1. De potgronden vertoonden een grote variatie in samenstelling wat betreft grondsoorten en in analyse-uitkomsten van het grondonderzoek.
2. De geschiktheid voor het opkweken van tomatenplanten in pers-potten wisselde sterk. Slechts 30% kon als goed worden gekwalificeerd en de rest was onvoldoende tot zeer slecht.
3. De kwaliteit van de potgronden werd grotendeels beïnvloed door de stikstoftoestand, die op bevredigende wijze kon worden weergegeven als N-waarde (in water oplosbare stikstof in mg N per 100 ml grond]. Onder de gegeven omstandigheden werd de optimale toestand bereikt bij N-waarde = 20.
4. Het percentage potgronden met een zeer goede stikstoftoestand bedroeg 12%, de rest had een lager stikstofniveau.
5. De potgrondkwaliteit was positief en lineair afhankelijk van het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ dat varieerde van 1-9%.
6. Een luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ van 6% als minimale eis betekende dat het merendeel van de mengsels een onvoldoende structuur had.
7. Omtrent de meest gewenste veensoorten voor de potgrondbereiding werden geen aanwijzingen gevonden. Het toevoegen van organische mest was overbodig.

Dit onderzoek had betrekking op substraten die afkomstig waren uit De Kring, dat is het gebied in Zuid-Holland ten oosten van de lijn 's-Gravenhage-Rotterdam. De potgronden zouden worden gebruikt voor het opkweken van tomatenplanten ten behoeve van de teelten in verwarmde warenhuizen.

5.1 Bemonstering

De bemonstering vond plaats in het najaar van 1960. Meestal werd per bedrijf 1 monster genomen doch soms werden 2 monsters getrokken van potgronden met een verschillende samenstelling. In totaal waren 94 praktijkmonsters van 84 bedrijven aanwezig met inbegrip van een monster Flujaas-potgrond (92). Daar proeftechnisch een aantal van 100 was gewenst, werden nog 6 monsters toegevoegd van potgronden die op het Proefstation te Naaldwijk waren samengesteld. Daarvan was één afkomstig van de potgrond voor algemeen gebruik terwijl de overige 5 betrekking hadden op diverse proefmengsels.

5.2 Samenstelling van de praktijkmengsels

Aan de hand van de door de tuinders verstrekte gegevens zijn de belangrijkste componenten weergegeven in tabel 8, andere veensoorten dan de vermelde werden sporadisch aangewend.

Tabel 8. Samenstelling van 94 potgronden uit de praktijk

uitgangsmateriaal	aantal monsters		aandeel aan het mengsel in vol%		
	abs.	%	minimum	maximum	gemiddeld
bagger	9	10	10	65	37
bolster	15	16	10	40	20
bosgrond	15	16	11	50	26
organische mest	39	41	5	50	14
turfstrooisel	5	5	10	50	21
vinkeveens veen	56	60	20	100	63
zand	29	31	2	20	8
handelsgrond	29	31	--	--	100

Volgens tabel 8 werd Vinkeveens veen het meest gebruikt en had tevens het grootste aandeel in de samenstelling. Deze veensoort werd gevolgd wat de frequentie betreft door organische mest doch het gemiddelde volumepercentage daarvan lag veel lager. De diverse materialen die werden gebruikt en vooral de spreidingen in volume-aandelen tonen aan dat de potgronden zeer heterogeen waren.

5.3 Grondonderzoek

Alle monsters werden onderworpen aan het volledige grondonderzoek. Daarenboven werden fractiebepalingen van de organische stof uitgevoerd door middel van de natte zeefanalyse.

De uitkomsten van het volledige grondonderzoek zijn in tabel 9 samengevat.

Tabel 9. Resultaten van het volledige grondonderzoek volgens de methoden van het Proefstation te Naaldwijk bij 100 potgronden

bepaling	minimum	modus	maximum
organische stof (%)	5	45	78
CaCO ₃ (%)	0,1	0,5	8,8
pH-water	4,7	6,3	7,5
Fe (d.p.m.extract)	0,3	1	19
Al (d.p.m.extract)	0,	0,5	14
NaCl (mg NaCl per 100 g droge grond)	7	30	848
gloeirest (%)	0,11	0,6	2,69
N-water (mg N per 100 g droge grond)	2	15	145
P-water (mg P ₂ O ₅ per 100 g droge grond)	0,9	15	76
K-water (mg K ₂ O per 100 g droge grond)	5	50	580
MgO (d.p.m.extract)	97	450	866
Mn (d.p.m.extract)	1,8	7	39

In deze tabel komt duidelijk naar voren dat bij alle bepalingen de spreiding zeer groot was zodat ook in dit opzicht de verscheidenheid van het onderzochte materiaal groot was.

In tabel 10 is de verdeling van de organische stof over de verschillende fracties vermeld. Opmerkelijk is, dat de fractie < 75 µ en de fractie > 1000 µ

Tabel 10. Fractieverdeling van de organische stof volgens een natte zeefanalyse

organische fractie in µ	gehalte in % van de organische stof		
	minimum	modus	maximum
< 75	7,0	32	48,6
75 - 100	1,6	4	8,0
100 - 200	5,6	13	17,2
200 - 300	4,8	9	13,1
300 - 500	5,9	9	11,3
500 - 1.000	6,6	9	17,8
> 1.000	11,6	22	52,0

in absolute waarde de grootste variatie hadden terwijl voor de daar tussen liggende fracties de spreiding veel geringer was. Met het oog op dit verschijnsel en omdat de som van alle fracties voor elk monster constant is, namelijk 100%, werd nagegaan of er een verband was tussen de twee uiterste fracties.

Dit verband bleek inderdaad aanwezig en kon worden weergegeven door de formule

$$\text{org.fractie} > 1000 \mu (\%) = -0,83 \cdot \text{org.fractie} < 75 \mu (\%) + 50,7 \quad (r = -0,90).$$

Een vergroting van de grove fractie ging dus samen met een verlaging van de fijne terwijl de som van beide fracties ongeveer de helft van het totale organische materiaal uitmaakte.

5.4 Opkweekproef

Met de 100 monsters werd een opkweekproef genomen die volgens een 10 x 10 "triple lattice" was opgezet (33). De uitvoering geschiedde op dezelfde wijze als bij de voorgaande proef (zie 4.4 op blz. 14) maar aan het gewas werden meer waarnemingen verricht: niet alleen de verse massa doch tevens de lengte, het aantal bladeren > 3 cm, de trosontwikkeling en de droge stof. Het op-potten van de tomatenplantjes vond plaats op 28 december 1960 en de proef werd beëindigd op 13 februari 1961.

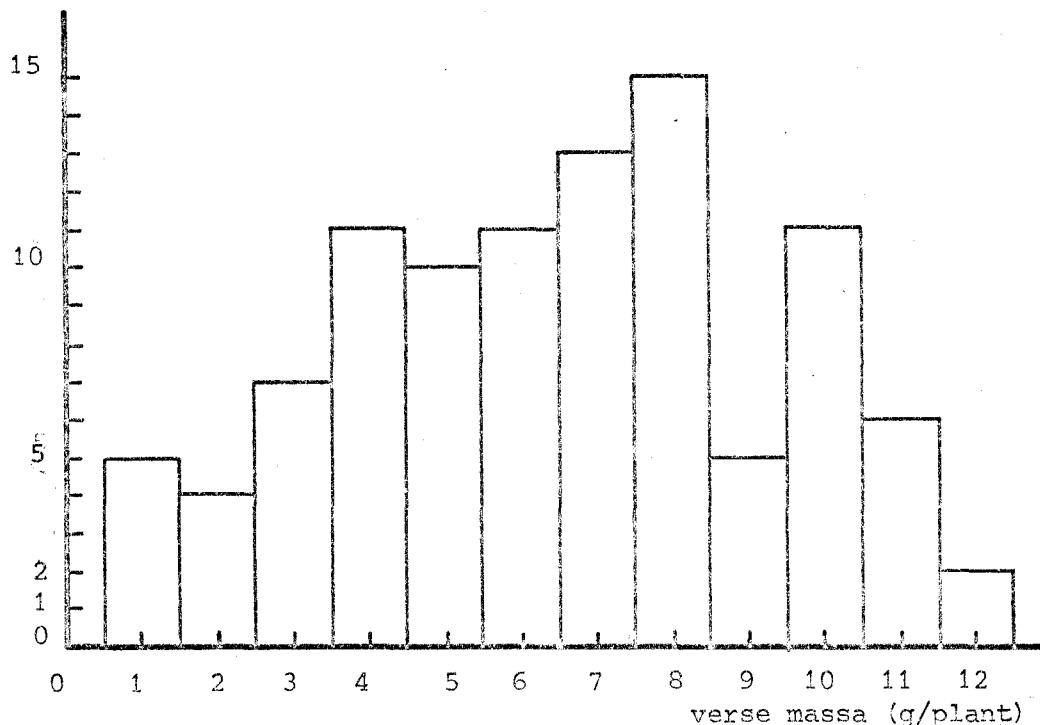
De verse massa wisselde van 1,2 tot 14,5 g per plant en bedroeg gemiddeld over de gehele proef 6,9 g terwijl voor de variatie-coëfficiënt werd bere-

kend v.c. = 14,9%.

Voor de 94 monsters uit de praktijk is de spreiding weergegeven in figuur 6, waaruit de zeer variabele gebruikswaarde van de potgronden blijkt.

Figuur 6. Histogram voor de verse massa van jonge tomatenplanten bij 94 potgronden van het 2^e praktijkonderzoek

frequentie (%)



Door enkele klassen samen te voegen, kon van de 94 potgronden uit de praktijk en van de 29 handelspotgronden afzonderlijk een kwaliteitsindeling worden gemaakt. Uit tabel 11 volgt dat een aanzienlijk percentage van de potgronden zeer slecht, slecht of onvoldoende was, terwijl maar 19% van alle gronden als goed kon worden gewaardeerd. De handelsgronden gaven een gunstiger indruk doch het verschil met het totale materiaal was niet groot. De Flujaspotgrond leverde een verse massa van 11,9 g per plant en was daarmee de beste van de 94 praktijkpotgronden; de zwaardere planten werden met de proefmengsels verkregen.

Tabel 11. Kwaliteitsindeling van potgronden uit de Kring naar het verse spruitgewicht van de tomatenplant

kwaliteit potgrond	verse massa in g per plant		percentuele verdeling van	
			94 gronden	29 handelsgronden
zeer slecht	0 t/m	3	16	14
slecht	4 t/m	6	32	28
onvoldoende	7 t/m	9	33	34
goed	10 t/m	12	19	24

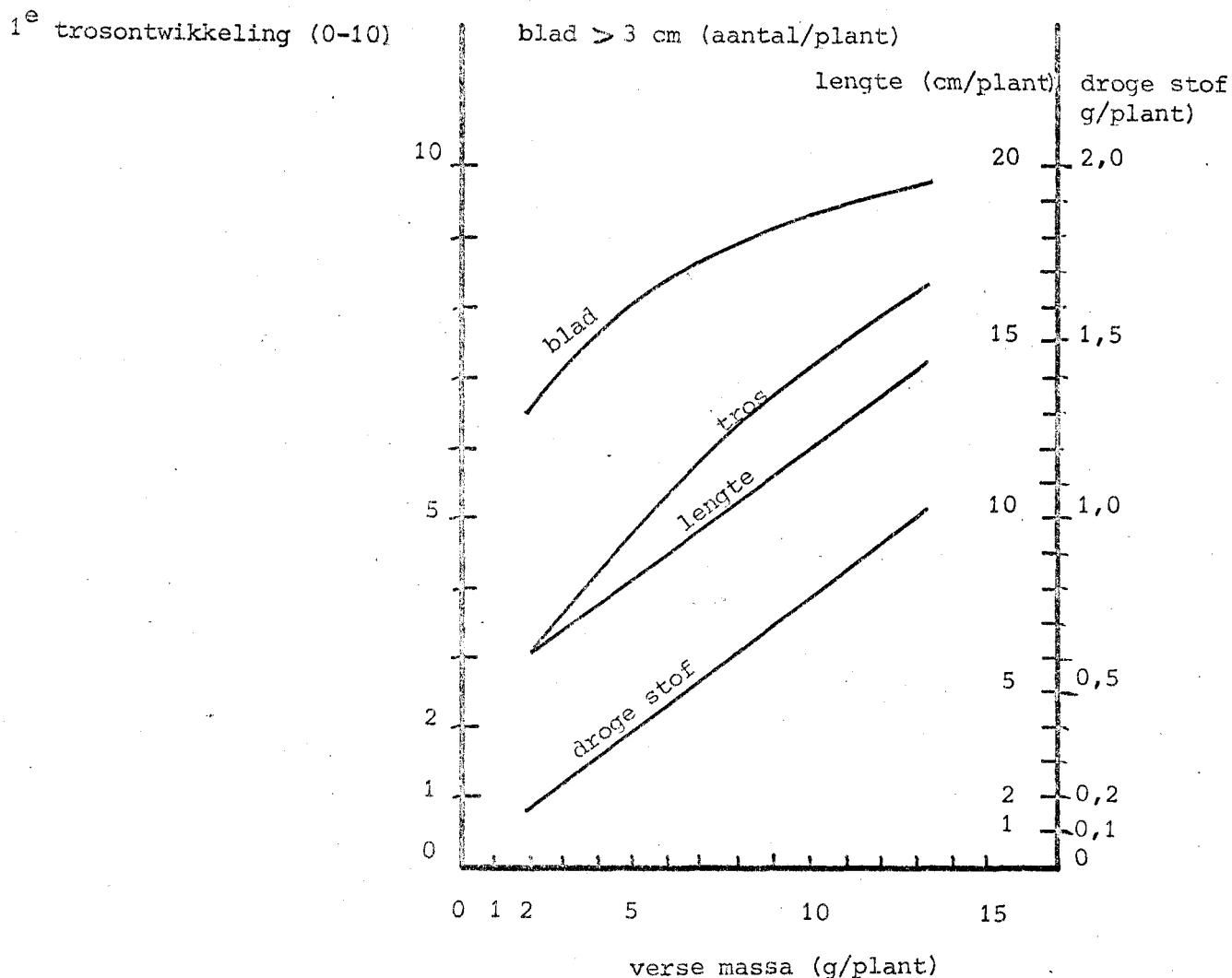
De lengte van de planten wisselden van 4,5 tot 14,6 cm per plant; het gemiddelde was 9,7 cm per plant en v.c. = 7,3%. De lengte stond in een nauw en rechtlijnig verband met de verse massa volgens de vergelijking

$$\text{lengte (cm/plant)} = 0,74 \cdot \text{verse massa (g/plant)} + 4,6 \quad (r = + 0,97).$$

Het aantal bladeren langer dan 3 cm was minimaal 5,3 stuks per plant, maximaal 9,7 en gemiddeld over de gehele proef 8,5 terwijl v.c. = 4,3%. Het verband met de verse massa kon worden weergegeven door de formule

$$\text{bladeren} > 3 \text{ cm (st/plant)} = 4,01 \cdot \log \text{ verse massa (g/plant)} + 5,3 \quad (r = + 0,95)$$

Figuur 7. Samenhang tussen de verse massa en de droge stof, de lengte, de 1^e trosontwikkeling of het aantal bladeren > 3 cm bij jonge tomatenplanten in het 2^e onderzoek met potgronden uit de praktijk



De trosontwikkeling varieerde van 2,1 tot 8,1 met als gemiddelde 5,6 en v.c. = 12,1%. De beste benadering voor het verband tussen de verse massa en de trosontwikkeling bleek te worden verkregen na een logarithmische transformatie van beide variabelen :

$$\text{trosontwikkeling} = 2,09 \cdot \text{verse massa (g/plant)}^{0,53} \quad (r = + 0,93).$$

De droge stof liep uiteen van 0,09 tot 1,03 g per plant en was gemiddeld over de gehele proef 0,54 g terwijl v.c. = 12,6%. Voor het verband tussen de verse massa en de droge stof werd berekend dat

$$\text{droge stof (g/plant)} = 0,072 \cdot \text{verse massa (g/plant)} + 0,05 \quad (r = + 0,97).$$

De vergelijkingen voor de verse massa en de overige vier plantgoedeigenschappen zijn in figuur 7 afgebeeld.

5.5 Invloeden van factoren die in het grondonderzoek waren opgenomen

Daar de verse massa zeer hoge correlaties vertoonde met de overige eigenschappen van het plantgoed, kan als maat voor de groei worden volstaan met de verse massa. Voor deze laatste en de bepalingen van het grondonderzoek werden correlatiecoëfficiënten berekend, waaruit bleek dat de verse massa statistisch betrouwbaar werd beïnvloed door o.a. N-water en het gehalte aan organische stof.

Het verband tussen de verse massa en N-water was kromlijniig terwijl na een logaritmische transformatie van N-water een rechtlijniig verband werd verkregen. De regressievergelijking voor de verse massa, logN-water en het gehalte aan organische stof luidde :

$$\text{verse massa (g/plant)} = 5,8 \cdot \log N\text{-water} - 0,05 \cdot \text{org.stof (\%)} + 1,2.$$

De multipele correlatie bedroeg 0,82, de partiële correlatiecoëfficiënt voor de verse massa en logN-water + 0,82 en die voor verse massa en het organische stofgehalte - 0,40. De negatieve samenhang van de verse massa met het gehalte aan organische stof is, zoals in het vorige hoofdstuk werd betoogd, niet aannemelijk.

Naar analogie met het voorgaande onderzoek werd N-water omgerekend in N-waarde. Verder bleek een rechtlijniig verband te bestaan tussen de verse massa en logN-waarde. Uit een meervoudige regressieberekening, waarin waren opgenomen verse massa, logN-waarde en organische stofgehalte, kwam naar voren dat de partiële correlatiecoëfficiënt voor verse massa en logN-waarde + 0,84 was en die voor verse massa en organische stofgehalte - 0,02. Door N-waarde werd derhalve een betere karakterisering van de stikstoftoestand verkregen en een teeltkundig niet aanvaardbare correlatie tussen verse massa en organische stofgehalte verwijderd, wat in overeenstemming is met het vorige onderzoek.

Naast N-waarde werd de groei beïnvloed door de organische fracties > 1000 μ en < 75 μ . Het nauwe verband tussen deze fracties (zie 5.3 op blz.25) maakte het noodzakelijk een keuze te doen. De fractie > 1000 μ heeft het voordeel van een geringere bepalingfout terwijl de analyse gemakkelijker is uit te voeren, zodat aan deze fractie de voorkeur werd gegeven. De eenvoudige regressievergelijking voor verse massa, logN-waarde en de organische fractie > 1000 μ was :

$$\text{verse massa (g/plant)} = 5,6 \cdot \log N\text{-waarde} + 0,11 \cdot \text{organische fractie (\%)} - 0,3.$$

De variantie-analyse is in tabel 12 gegeven. Daaruit kan worden afgeleid dat de totale variantie voor 70% werd verklaard door logN-waarde en voor 6% door de organische fractie > 1000 μ .

Tabel 12. Variantie-analyse voor de meervoudige rechtlijnige regressie van de verse massa op logN-waarde en organische fractie > 1000 μ bij 100 potgronden

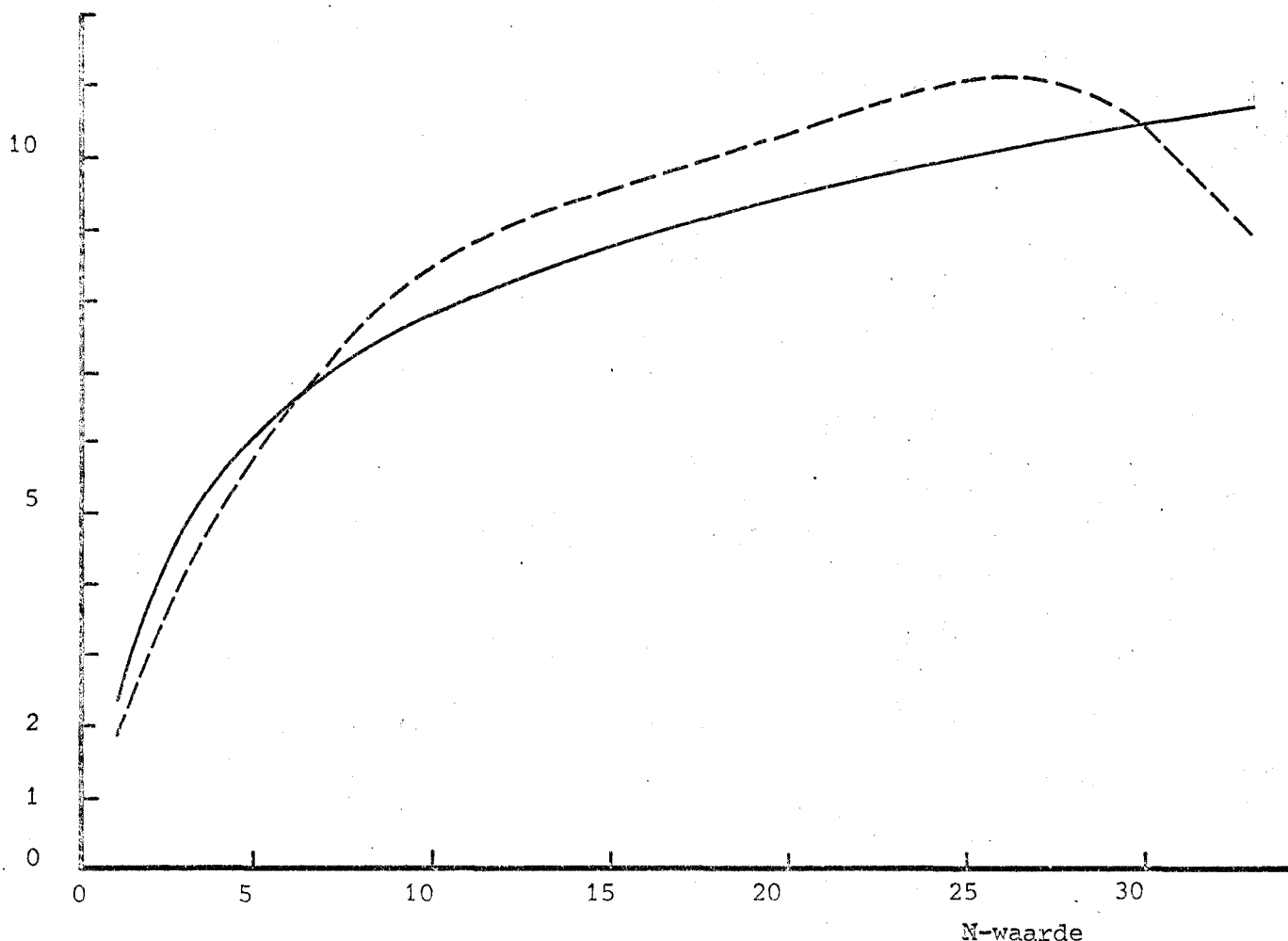
	SS	DE	MS	F	P
totaal	895	99	9,0	285	< 0,01
verklaard door logN-waarde	628	1	628	24	< 0,01
verklaard door org.fractie	53	1	53		
onverklaard	214	97	2,2		
proeffout			0,3		

De regressielijn voor verse massa en N-waarde bij het gemiddelde van de organische fractie > 1000 μ is in figuur 8 afgebeeld. Daarin is tevens opgenomen de handkromme, die zo goed mogelijk door de puntenzwerm werd getrokken en welke kromme 75% van de totale kwadraatsom van de verse

massa verklaarde.

Figuur 8. Verband tussen N-waarde en verse massa bij het gemiddelde van de organische fractie $> 1000 \mu$ voor 100 potgronden in het 2^e onderzoek met praktijkmonsters (getrokken lijn). Handkromme voor verse massa en N-waarde (onderbroken lijn)

verse massa g/plant



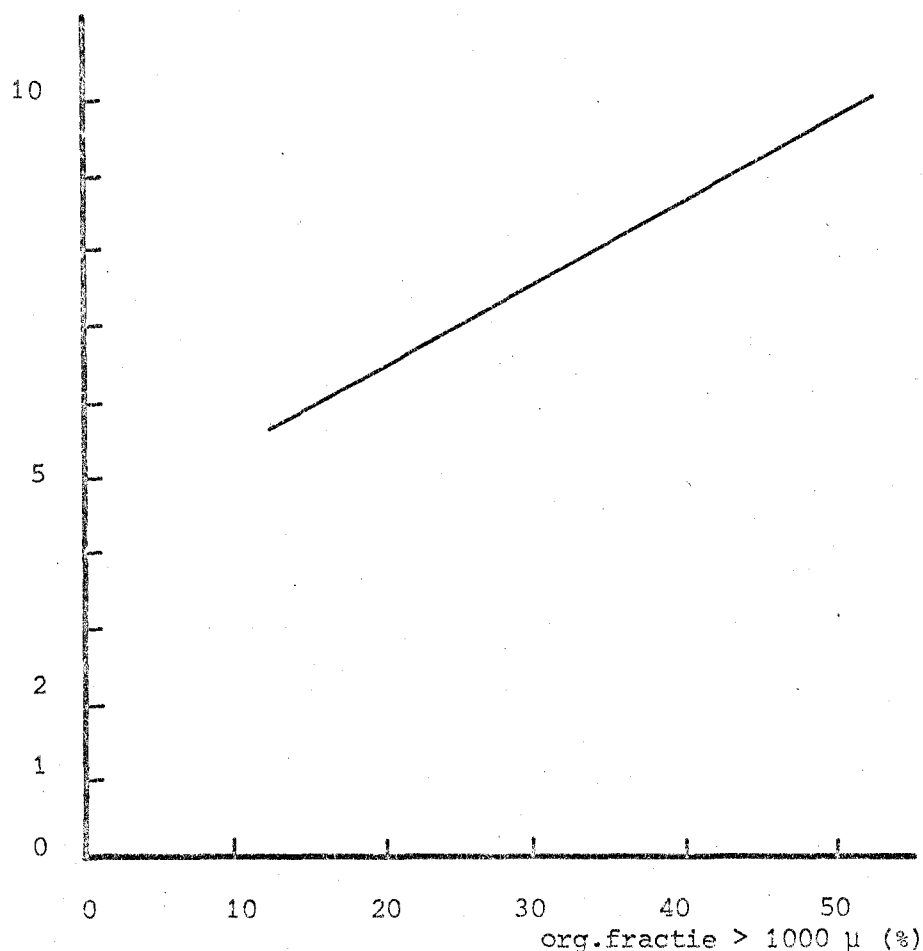
Beide lijnen vertonen tot een N-waarde = 25 een redelijke overeenstemming en wijzen op een grote invloed van de stikstoftoestand op de groei van de jonge tomatenplant. Boven een N-waarde van 25 divergeren de lijnen. Volgens de handkromme werd de optimale stikstoftoestand bereikt bij een N-waarde = 26 waarboven een daling van de verse massa plaats vond. Het dalende verloop bleek te berusten op 3 monsters, waarvan de duplo's van de organische stofbepaling of van de N-waterbepaling sterk verschilden. Na een verwijdering van deze 3 extremen verliep het rechter deel van de handkromme horizontaal, dit deel was echter slechts gebaseerd op 4 punten.

Uit het verband tussen de verse massa en de organische fractie > 1000 bij de gemiddelde stikstoftoestand in figuur 9 blijkt, dat de groei van de plant aanzienlijk beter werd naarmate de organische fractie toenam. Een verdere bewerking toonde aan dat beneden een N-waarde van 8 de correlatie van de verse massa (na een correctie op de stikstoftoestand) met de or-

ganische fractie $> 1000 \mu$ niet statistisch betrouwbaar was.

Figuur 9. Verband tussen verse massa en de organische fractie $> 1000 \mu$ bij gemiddelde N-waarde voor 100 potgronden in het 2^e onderzoek met praktijkmonsters

verse massa (g/plant)



De organische fractie $> 1000 \mu$ vertoonde geen betrouwbare samenhang met de meest voorkomende potgrondmaterialen.

Aanvankelijk was de verse massa betrouwbaar gecorreleerd met de pH, de gloeirest, K-water of P-water, hoewel de respectieve correlatiecoëfficiënten lager waren dan de correlatiecoëfficiënt voor verse massa en logN-waarde. Na een correctie op de stikstoftoestand werden de correlatiecoëfficiënten voor verse massa en gloeirest, K-water of P-water niet statistisch betrouwbaar van nul af. Een dergelijk geval deed zich voor bij de pH en de verse massa nadat de laatste was gecorrigeerd op de invloed van de organische fractie $> 1000 \mu$. Van de totale variantie bleef 24% onverklaard. De restvariantie werd voor een deel veroorzaakt door de proeffout die ongeveer 4% van de totale variantie bedroeg. Verder moet rekening worden gehouden met analysefouten.

Van N-water waren bij de meeste monsters de duplowaarden bekend, wat de mogelijkheid verschafte voor verschillende grootteklassen de standaardafwijking te berekenen. Uit tabel 13 blijkt, dat binnen de laagste klasse met een N-water van 0 - 20 de variatiecoëfficiënt

Tabel 13. Analysefout bij de bepaling van N-water

klasse voor N-water	<20	20-40	40-100
aantal duplo's	41	25	23
gemiddelde	10,0	28,3	67,3
standaardafwijking (s)	2,1	4,1	6,7
variatiecoëfficiënt (%)	21,4	14,4	9,9

boven 20% lag. Bij hogere uitkomsten voor N-water nam weliswaar de variatiecoëfficiënt af maar in absolute zin werd de bepalingfout groter. Deze fout is van invloed geweest op de nauwkeurigheid van N-waarde.

5.6 Bespreking

De uit de Kring afkomstige potgronden waren naar samenstelling zeer verschillend en vertoonden in dit opzicht een grote overeenkomst met de potgronden uit het Westland. Een vergelijking tussen de twee gebieden aan de hand van de tabellen 1 en 8 toont aan dat in de Kring een geringer gebruik van baggers werd gemaakt terwijl bolster even vaak voorkwam, zij het dat in de Kring het gemiddelde aandeel in de mengsels minder groot was. Zeer typerend voor de Kring was het gebruik van bosgrond, dat in het Westland niet werd aangetroffen. Daarentegen werd in het Westland vaak gebruik gemaakt van turfstrooisel. De toepassing van Vinkeveens veen lag wat betreft de frequentie voor beide gebieden ongeveer gelijk maar in de Kring was gemiddeld het aandeel groter. Verder werd in de Kring minder vaak zand gebruikt terwijl ook de gemiddelde hoeveelheid lager was. Het geringere zandgebruik komt eveneens tot uiting in de uitkomsten van het grondonderzoek (zie de tabellen 2 en 9) : vergeleken met de potgronden uit het Westland hadden de monsters uit de Kring veelal een hoger gehalte aan organische stof. De potgronden uit de Kring hadden eveneens een hogere pH en een hoger kalkgehalte maar bevatten daarentegen minder NaCl en hadden een lagere gloeirest. Hoewel de spreiding voor N-water in het materiaal uit de Kring groter was, werden meer monsters met een lage stikstoftoestand aangetroffen. Voor K-water was de spreiding bij de potgronden uit de Kring ook groter bij gelijke modus.

De opkweekproef heeft aangetoond dat de gebruikswaarde van de onderzochte gronden sterk wisselend was. Wanneer in dit opzicht de situatie in de Kring wordt vergeleken met die in het Westland (zie de tabellen 4 en 11), moeten de monsters uit de Kring als minder worden beoordeeld. Hetzelfde geldt voor de handelsgronden. Weliswaar lagen de percentages goede handelsgronden voor beide gebieden ongeveer op gelijke hoogte, maar bij de Westlandse handelsgronden was het percentage "zeer slecht" aanzienlijk lager terwijl het percentage "onvoldoende" veel hoger lag.

De meer uitgebreide bepalingen aan het gewas bij het tweede onderzoek met potgronden uit de praktijk maakte het mogelijk de samenhang tussen diverse eigenschappen te berekenen.

Geconstateerd werd, dat de lengte van de tomatenplant lineair samenhangt met de verse massa. Omdat in de regressievergelijking de intercept een waarde bereikte van 4,6 cm/plant gaat de rechtlijnigheid alleen maar op binnen de desbetreffende trajecten voor de verse massa en de lengte. Het lineaire verband had derhalve geen algemene geldigheid.

Het kromlijinig verband tussen het aantal bladeren en de verse massa wijst erop dat bij een toenemend gewicht het aantal bladeren minder snel groter werd. Het verloop van de functie is een gevolg van heterophyllie van de tomatenplant en het feit dat de verandering van bladvorm samengaat met een vergroting van het blad (109).

Het verband tussen trosontwikkeling en de verse massa was eveneens geen rechte, zij het dat de kromming minder was. De trosontwikkeling werd geschat volgens een schaal van 0-10 waarbij alleen de eindpunten vastlagen terwijl de onderverdeling subjectief was. Bij een andere schaalindeling zal de regressievergelijking een andere vorm hebben, zodat de trosontwikkeling als functie van de verse massa in principe geen kromme behoeft te zijn.

De droge stof vertoonde een lineair verband met de verse massa. Daar in de regressievergelijking de intercept positief was, nam met een afnemend plantgewicht het gehalte aan droge stof toe. Het hogere gehalte aan droge stof werd waarschijnlijk veroorzaakt doordat de kleinere planten werden verkregen als gevolg van een tekort aan stikstof. In het algemeen doet een verlaging van het N-aanbod de transpiratie van de planten verminderen en xeromorphe structuren toenemen, terwijl meer stikstofvrije assimilaten worden opgehoopt (19).

De analyse van bodemkundige groeifactoren wees als voornaamste invloed de stikstoftoestand van de potgrond aan, die beter kon worden gekarakteriseerd door N-waarde dan door N-water. Deze conclusie is in overeenstemming met de uitkomsten van het voorgaande onderzoek.

N-waarde had een grote invloed op de tomatenplanten. Daar de gebruikswaarde van de potgronden ver uiteenliepen, werd nagegaan of de veelvuldige aanwezigheid van slechte gronden mocht worden toegeschreven aan een onjuiste stikstoftoestand.

Daartoe werd N-waarde in 6 klassen ingedeeld en voor elke klasse de frequentie bepaald (tabel 14). Aannemende dat volgens figuur 8 een N-waarde van 18-30 aanvaardbaar was, had slechts 14% van de potgronden uit de praktijk een zeer goede stikstoftoestand. Een N-waarde van 6-18 was onvoldoende en werd aangetroffen bij 38%, terwijl een N-waarde van 0-6 voorkwam bij 44% zodat een hoog percentage van de praktijkmengsels een bijzonder slechte stikstoftoestand had. Bij 4% van de monsters was N-waarde groter dan 30 maar aangezien het betreffende deel van de stikstofkromme minder betrouwbaar is, werd de optimale stikstoftoestand niet of hoogstens sporadisch overschreden.

Tabel 14. Frequentieverdeling voor de stikstoftoestand van 94 potgronden uit de praktijk

N-waarde	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30	30-36
frequentie (%)	44	29	9	11	3	4

De conclusie is derhalve dat de slechte resultaten met de potgrond-monsters uit de Kring grotendeels te wijten waren aan een te laag stikstofniveau en dat bij het samenstellen van die potgronden te weinig aandacht aan de stikstofbemesting is besteed.

Eenzelfde ongunstige uitslag leverde het onderzoek met de potgronden uit het Westland en de omgeving van Leidschendam (4.8 op blz. 23). Wanneer beide steekproeven aan de hand van de frequentieverdelingen voor N-waarde (tabellen 6 en 14) worden vergeleken, blijken de grootste verschillen bij lage stikstoftoestanden op te treden. De monsters uit de Kring vertoonden een belangrijke verschuiving naar kleinere N-waarden.

Over de invloed van de fractieverdeling van de organische stof bij potgronden werden in de literatuur geen concrete gegevens gevonden

en alleen vermeldingen dat volgens ervaringen een grove verdeling van het organische materiaal gunstig is voor de groei (52, 87, 108). De in deze proef geconstateerde invloed van de organische fractie > 1000 is daarmee in overeenstemming.

Dat beneden een N-waarde van 8 geen betrouwbaar verband tussen de verse massa en de organische fractie $> 1000 \mu$ aanwezig was, moet worden toegeschreven aan de allesheersende invloed van de geringe hoeveelheid beschikbare stikstof. Dit verschijnsel werd ook in de vorige proef waargenomen. Om het belang van de organische fractie voor het geheel van de onderzochte potgronden nader te definiëren werd een frequentieverdeling voor de 94 potgronden uit de praktijk opgesteld (tabel 15). Een gehalte aan de organische fractie $> 1000 \mu$ van 20-25% kwam het meeste voor, terwijl meer monsters beneden die klasse lagen dan daar boven. Aangezien in dit materiaal de organische fractie $> 1000 \mu$ geen optimale waarde bereikte, werd aangenomen dat voor een goede potgrond een gehalte beneden 30% niet aanvaardbaar was. Aan een dergelijke eis voldeed slechts 7% van de praktijkgronden terwijl niet minder dan 35% van de monsters geen hoger gehalte dan 20% bereikte.

Tabel 15. Frequentieverdeling voor de organische fractie $> 1000 \mu$ van 94 potgronden uit de praktijk

organische fractie $> 1000 \mu$	< 15	15-20	20-25	25-30	30-35	> 35
frequentie	6	29	39	19	6	1

Hieruit blijkt wel dat maar een klein gedeelte van de potgronden uit de Kring een goede structuur had en dat de rest in meer of mindere mate niet voldeed als gevolg van een te fijne verdeling van de organische stof.

De variantieberekening toonde aan dat 76% van de totale variantie werd verklaard door logN-waarde en de organische fractie $> 1000 \mu$, terwijl bij het 1^e onderzoek 82% van de totale variantie verklaarbaar was. Dat het percentage bij het eerste onderzoek wat hoger was, moet gedeeltelijk worden toegeschreven aan de verwijdering van een aantal waarnemingen uit dat materiaal.

De uitkomst bij de monsters uit de Kring werd nadelig beïnvloed door grote fouten van de N-waterbepalingen zodat bij een zorgvuldiger uitvoering van de analyses de niet te verklaren variantie ongetwijfeld kleiner zou zijn geweest. Aanalysefouten zullen ook wel in het eerste onderzoek zijn opgetreden doch de indruk bestond dat dit in mindere mate het geval is geweest. Wat betreft het percentage van de te verklaren variantie sluiten beide potgrondproeven aan bij het resultaat dat door FERRARI (42) werd verkregen na een onderzoek met aardappelen in de Bommelerwaard.

5.7 Conclusies

Uit de Kring afkomstige potgrondmonsters werden aan grondonderzoek onderworpen en gebruikt voor het opkweken van tomatenplanten. De resultaten in dit onderzoek kunnen als volgt worden geformuleerd.

1. Zowel naar samenstelling als naar analyse-uitkomsten waren de potgronden zeer wisselend.
2. De gebruikswaarde ten aanzien van het opkweken van tomatenplanten was bijzonder variabel; maar 19% van de gronden had een goede kwaliteit.

3. De belangrijkste factor voor de kwaliteit van de potgrond was de stikstoftoestand gemeten als N-waarde (in water oplosbare stikstof in mg N per 100 ml grond). De optimale stikstoftoestand werd bereikt bij N-waarde = 26.
4. Het aantal potgronden met een zeer goede stikstoftoestand bedroeg slechts 14%, terwijl 82% te weinig stikstof bevatte.
5. Een toenemende organische fractie $> 1000 \mu$ (in % van de totale organische stof) ging samen met een zwaardere tomatenplant.
6. De organische fractie $> 1000 \mu$ varieerde van 12% tot 52%. Wanneer als eis een minimum van 30% werd gesteld, voldeed 7% van de onderzochte praktijkmonsters aan die norm terwijl het resterende gedeelte daar onder bleef.
7. Identificatie van enkele veel gebruikte organische bestanddelen in de potgronden met behulp van de organische fractie $> 1000 \mu$ bleek niet mogelijk te zijn.

6 STIKSTOF EN STRUCTUUR BIJ POTGRONDEN

Volgens voorgaande onderzoeken was de kwaliteit van potgronden in de praktijk afhankelijk van de stikstoftoestand en van de structuur. In dit hoofdstuk worden beide onderwerpen aan een nadere beschouwing onderworpen, terwijl aansluitend op de paragraaf over de stikstoftoestand de bemesting met stikstof wordt behandeld.

6.1 Stikstoftoestand

Zowel voor de potgrondmonsters uit het Westland als die uit de Kring konden stikstofkrommen worden opgesteld (figuur 3 en figuur 8). Beneden een N-waarde = 10 vielen beide krommen nagenoeg samen wat er op duidt, dat de groei in dit traject volledig werd beheerst door de in het minimum verkerende stikstoftoestand. Boven een N-waarde = 10 lag de kromme voor de Westlandse potgronden iets hoger dan die voor de gronden uit de Kring. Dit verschil is inherent aan opkweekproeven in het algemeen. Binnen ruime grenzen is het einde van de opkweekperiode namelijk afhankelijk van een menselijke ingreep. Dat in de ene opkweekproef het maximum voor het gewicht hoger kan liggen dan in een andere is een kwestie van op welk moment de proef wordt afgebroken.

De grootte van N-waarde waarbij het maximale plantgewicht werd bereikt, was voor beide proeven nagenoeg gelijk en bedroeg ongeveer 25. Een duidelijke overschrijding van de optimale stikstoftoestand werd niet bereikt zodat geen uitsluitsel werd verkregen in hoeverre de stikstoftoestand kan worden opgevoerd voordat een nadelig effect optreedt. In dit verband kan het volgende onderzoek worden vermeld, dat tevens diende om de invloed van de stikstoftoestand op het N-gehalte van de jonge tomatenplant te bestuderen. Aan het mengsel van Vinkeveens veen en turfstrooisel werden variërende hoeveelheden zand en kalkammonsalpeter toegevoegd om verschillen in respectievelijk volumegewicht en stikstoftoestand te verkrijgen, waarna een factoriële opkweekproef met tomaten in perspotten van 8 x 8 cm werd genomen. In die proef varieerde de vooraf bepaalde N-water van 28 tot 175 en de verse massa van 11 tot 24 g per plant. Het verband tussen beide grootheden was lineair en verliep volgens de vergelijking verse massa (g/plant) = $0,06 \cdot \text{N-water} + 14,2$ ($r = +0,66$; $n = 20$).

Na omrekening van N-water in N-waarde met behulp van het volumegewicht, dat werd afgeleid uit het gehalte aan organische stof volgens de in 4.5 gegeven formule, kon het verband tussen de verse massa en N-waarde worden vastgesteld (figuur 10). De kromme verklaarde 79% van de totale kwadraatsom en vergeleken met $r = +0,66$ voor de lineaire regressie van de verse massa op N-waarde was derhalve de stikstoftoestand beter te karakteriseren door N-waarde.

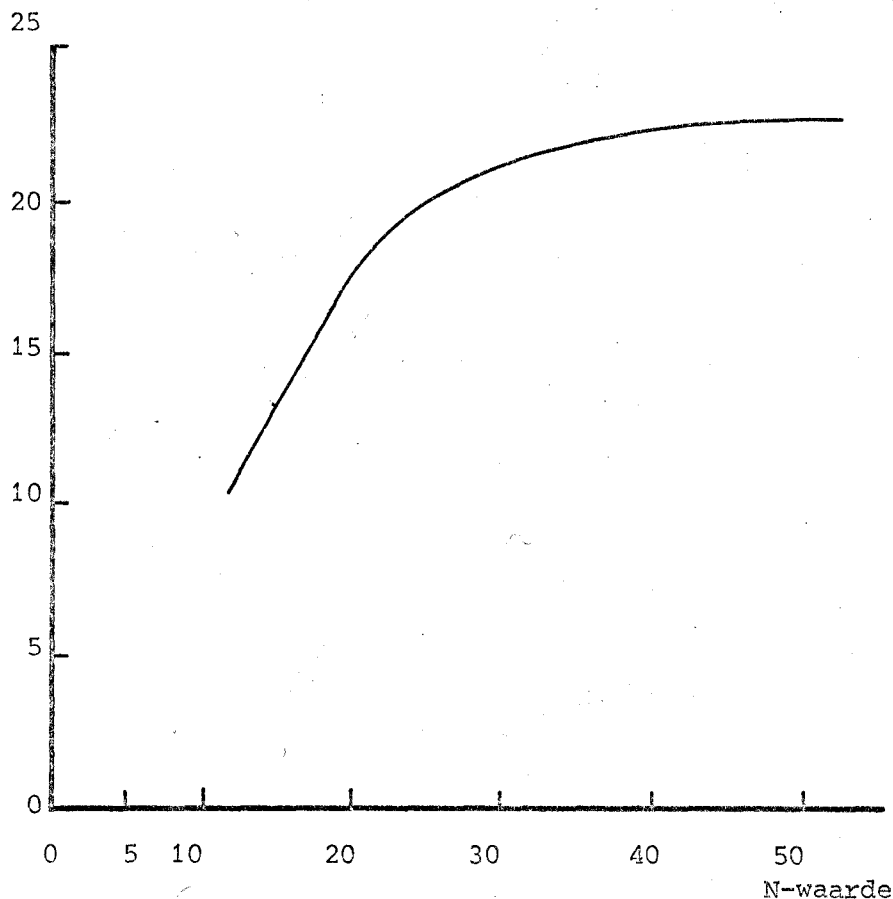
Volgens figuur 10 was tot een N-waarde = 20 het verband lineair en de invloed van deze factor zeer groot; daarboven werd de toeneming in groei geleidelijk minder zodanig dat boven een N-waarde = 35 een verhoging van de stikstoftoestand weinig te betekenen had. Het optimale gebied werd bij een N-waarde = 50 bereikt. Door het ontbreken van hogere stikstoftoestanden kon de bovenste begrenzing van het optimale traject niet worden vastgesteld.

Extrapolatie van de kromme in de richting van de oorsprong levert een goede aansluiting op met de onderste delen van de twee andere stikstofkrommen uit de onderzoeken met de praktijkmonsters (figuur 3 en figuur 8). Het vlakke verloop van de functie in figuur 10 boven een N-waarde = 35 benadrukt de onwaarschijnlijkheid, dat bij de monsters uit de Kring de optimale stikstoftoestand werd overschreden (figuur 8 en 5.5).

In de zand- en stikstofproef wisselde het stikstofgehalte in de pruit van 1,66% tot 4,32% op de droge stof. Het verband met N-water was

Figuur 10. Verband tussen N-waarde en verse massa in een proef met zand- en stikstoftrappen

verse massa g/plant



rechtlijnig volgens de formule:

$$\% \text{ N-gewas} = 0,015 \cdot \text{N-water} + 1,82 \quad (r = + 0,72; \quad n = 20)$$

De samenhang met N-waarde werd beter door een tweedegraads kromme weergegeven namelijk

$$\% \text{ N-gewas} = -0,0014 \cdot \text{N-waarde}^2 + 0,156 \cdot \text{N-waarde} - 0,15 \quad (R = 0,92; \quad n = 20).$$

Het verschil in correlatiecoëfficiënt duidt er op, dat met betrekking tot het stikstofgehalte van het gewas ook de voorkeur moet worden gegeven aan N-waarde als maat voor de stikstoftoestand van de grond. De kwadratische functie toont aan, dat bij een toenemende verhoging van het stikstofniveau de stijging in N-gehalte geleidelijk minder werd. De in deze proef berekende regressies van de verse massa of het stikstofgehalte van de tomatenplant op N-waarde zijn aanwijzingen dat het bij de praktijkmonsters vastgestelde verband tussen N-waarde en verse massa moet worden toegeschreven aan een direct effect van de stikstoftoestand van de potgrond op de groei van de plant. Bij de 2 proeven met potgrondmonsters uit de praktijk lag het begin van het optimale traject voor N-waarde weliswaar lager dan bij de factoriële proef, maar dit moet worden verklaard door het verschil in plantgrootte en de daarmee samenhangende stikstofbehoefte.

Bij dergelijk onderscheid is ook gemaakt door GÖHLER (50), die vermeldt dat voor een kleine tomatenplant het optimum 15-20 mg $\text{NO}_3/100$ ml grond na een extractie met Na-acetaat + azijnzuur dient te bedragen en bij een grote plant 40-50 mg $\text{NO}_3/100$ ml grond. De geringe verschillen als gevolg van uiteenlopende stikstofbepalingen verwaarlozend (68) en geen rekening houdend met de NH_3 -fractie in N-water zou dit met N-waarden

van ongeveer 4 en 10 overeenkomen. De getallen waren echter gebaseerd op de analyses van praktijkmonsters en niet getoetst met behulp van teeltproeven. Dat laatste was ook het geval met de door PENNINGSFELD EN KURZMANN (87) gegeven norm van 50-150 mg in water oplosbare N per 1 grond. JUNGK (66) geeft als optimum 2-20 mg N per 100 ml substraat maar paste tijdens de opkweek een overbemesting van stikstof toe, vandaar het lage optimum. De lage grenswaarden van de eerder genoemde auteurs moeten waarschijnlijk worden toegeschreven aan een invloed van de plantgrootte op het optimale stikstofniveau.

Bij alle voorgaande proeven werd N-waarde berekend uit N-water en het volumegegewicht van de grond. In dit verband zou het belangwekkend zijn de mogelijkheid van een directe bepaling van N-waarde in vochtige potgrond na te gaan. Door de samendrukbaarheid van een dergelijke grond moet een methode, die is gebaseerd op een volumetrische verhouding tussen grond en extractievloeistof, wel zorgvuldig worden gestandariseerd wat betreft het afmeten van de hoeveelheid grond. Mogelijk is in dit opzicht een modelpottenpers volgens ROORDA VAN EYSINGA EN MARTENS (94) bruikbaar.

Indien een directe bepaling van N-waarde in vochtige grond uitvoerbaar is, kunnen het drogen en malen van het grondmonster en de organische stofbepaling achterwege blijven. Deze vereenvoudiging van het grondonderzoek zal een aanzienlijke besparing van kosten en tijd opleveren. Voor andere grootheden dan stikstof heeft een directe bepaling misschien ook voordelen. Volgens GOHLER (50) is bij een constante gewichtsverhouding tussen grond en extractievloeistof door de grote variatie in het gehalte aan organische stof bij potgronden de verhouding tussen adsorptief materiaal en vloeistof niet constant wat met name bij een kaliumbepaling ongewenst is. Deze storing was kleiner indien werd uitgegaan van een volumetrische verhouding tussen grond en vloeistof, zodat ook chemisch gezien perspectief zit in een grondonderzoek van veldvochtige monsters op basis van volumeverhoudingen bij de extractie.

6.2 Stikstofbemesting

Voor het kwantificeren van de stikstofbemesting werd gebruik gemaakt van gegevens die waren verkregen uit de proef met zand- en stikstoftrappen. Van de los gestorte grond werd met behulp van N-water en het betreffende volumegegewicht de hoeveelheid in water oplosbare stikstof berekend in mg N per 100 ml grond. De regressie daarvan op de stikstofbemesting in mg N per 1 losse potgrond was:

$$N \text{ (in mg N/100 ml)} = 0,10 \cdot N\text{-gift} + 0,15 \quad (r = + 0,94)$$

De grootte van regressiecoëfficiënt geeft aan dat de toegevoegde stikstof in de vorm van kalkammonslapeter bij het grondonderzoek kwantitatief werd teruggevonden. Uit de constante blijkt dat het onbemeste mengsel tamelijk stikstofrijk was. Daar de componenten van het mengsel (Vinkeveense veen en turfstrooisel) van origine arm zijn aan in water oplosbare stikstof bestond het vermoeden dat het Vinkeveense veen ten onrechte door de leverancier van een bemesting was voorzien. Hoewel over dit punt geen uitsluitsel kon worden verkregen, deed de afwijking geen afbreuk aan het onderzoek. In bovenstaande regressievergelijking hebben de analyse-uitkomsten en bemestingshoeveelheden betrekking op de los gestorte grond. Bij het maken van perspotten wordt de grond echter samengedrukt, welke samendrukking in dit onderzoek werd berekend uit de verandering in volumegegewicht. Het volumegegewicht van de geperste grond (vg_p) hield verband met dat van de losse grond (vg_l) volgens de vergelijking :

$$vg_p = 0,92 \cdot vg_l + 0,065 \quad (r = + 0,98; \quad n = 20)$$

waarbij

$$vg_p \text{ varieerde van } 0,18 \text{ tot } 0,45 \text{ en } vg_l \text{ van } 0,15 \text{ tot } 0,41.$$

Volgens deze formule nam door het persen het volumegegewicht relatief meer toe naarmate dit vóór de verwerking lager was.

Daar de volumina voor en na het persen van de potten omgekeerd evenredig zijn met de betreffende volumegegewichten, was de samenpersing groter bij een afnemend volumegegewicht. Nu werd een laag volumegegewicht veroorzaakt door een hoog gehalte aan organische stof (immers door weinig zand in het mengsel op te nemen), bijgevolg men kan stellen dat de samenpersing toenam bij een hoger gehalte aan organische stof. De volumevermindering bedroeg maximaal 25% bij een organische stofgehalte van 52%.

Nadrukkelijk wordt gesteld dat bovenstaande formule alleen geldt voor dit onderzoek. Behalve door het gehalte aan organische stof zal in het algemeen de samendrukking door het persen nog worden beïnvloed door de dichtheid van de onverwerkte grond en door de persdruk. Deze complicaties bemoeilijken de afleiding van de bemestingshoeveelheid uit N-waarde, terwijl anderzijds een vermelding van de stikstofbemesting voor de los gestorte potgrond zonder verdere gegevens niet nauwkeurig de hoeveelheid stikstof in de geperste grond zal aangeven.

Een uitweg uit deze moeilijkheden is gebaseerd op de overweging dat in figuur 10 het optimum voor praktische doeleinden werd bereikt bij N-waarde = 35. Volgens de aan het begin van deze paragraaf gegeven formule zou dus de optimale bemesting 350 mg N per 1 potgrond bedragen wanneer het oorspronkelijke materiaal geen in water oplosbare stikstof bevat en geen samenpersing optreedt. In werkelijkheid moet met de samenpersing wel rekening worden gehouden. In de factoriële proef kan daardoor N-waarde oplopen tot maximaal 45 à 50 waarbij echter nog geen opbrengstvermindering optrad. Bovendien bestonden de proefmengsels uit kleine hoeveelheden die intensief waren gemengd zodat tamelijk luchtige substraten ontstonden. Daarentegen worden in het bedrijfsleven veel grotere hoeveelheden potgrond gelijktijdig verwerkt waardoor bij eenzelfde gehalte aan organische stof het volumegegewicht van het uitgangsmateriaal hoger is en later een geringere samenspersing optreedt.

Voor praktische doeleinden kan derhalve het optimum voor de stikstofbemesting op 350 mg N/1 worden gesteld wanneer geen wateroplosbare stikstof in de uitgangsmaterialen aanwezig is. Gezien de kwantitatieve terugwinning van een anorganische stikstofbemesting in N-waarde kan voor de optimale stikstofbemesting van een stikstofhoudende potgrond de volgende formule worden opgesteld:

$$\text{optimale N-bemesting (mg N/1)} = 10 \cdot (35 - \text{N-waarde})$$

Uiteraard geeft hetzelfde getal ook de optimale stikstofbemesting in g N per m³ potgrond.

Ter vermelding van bemestingshoeveelheden uit andere onderzoeken zijn enige publicaties in tabel 16 samengevat. In het door LEPISKAAR beschreven geval behoeft aan de uit compost bestaande potgrond geen stikstof te worden toegediend omdat de stikstoftoestand van nature reeds voldoende hoog was.

Tabel 16. Optimale stikstofbemesting in potgrond voor tomaten volgens verschillende publicaties

auteur	substraat	mg N/1	vorm
BAUMANN (16)	jong mosveen	350	kalkammonsalpeter
BROWNING (24)	veen	300 - 600	bloedmeel
FOLSTER (43)	Einheitserde	100 - 200	kalkammonsalpeter
LEPISKAAR (78)	compost	0	--
PENNINGSFELD (84)	jong mosveen	300	mengmeststof
ROORDA VAN EYSINGA (92)	mosveen	100 - 200	ureum

De lage optimale stikstofbemesting volgens FOLSTER of ROORDA VAN EYSINGA

moet in beide gevallen worden toegeschreven aan de kleine tomatenplanten van maximaal 7 g verse massa per plant waardoor de stikstofbehoefte van het gewas niet groot kon zijn. Het brede optimale traject voor bloedmeel is waarschijnlijk te danken aan het feit dat deze meststof in hoge doseringen een minder schadelijk effect heeft dan anorganische stikstofmeststoffen (93). Voor de rest van de literatuur is er een tamelijk goede overeenstemming met de in dit onderzoek berekende 350 mg N/l als optimale stikstofbemesting van stikstofarm veen. Uit tabel 16 blijkt verder dat de optimale stikstofbemesting afhankelijk is van de hoeveelheid opneembare stikstof die reeds in het substraat aanwezig is, welk verband in het eigen onderzoek kwantitatief kon worden beschreven. Afwijkingen in de optimale stikstofbemesting kunnen ook optreden door het gebruik van stenen potten als gevolg van stikstofaccumulatie in de potwand (25) en door uitspoeling van de stikstof tijdens de bewaring van de potgrond in de open lucht (18, 92, 102). Hoewel deze processen zeer belangrijk zijn, zal daar niet nader op worden ingegaan.

6.3 *Structuur*

De structuur van de praktijkgronden uit het 1^e onderzoek kon beoordeeld worden met behulp van de vocht karakteristieken. Daarbij is gebleken dat de beschikbaarheid van het water geen invloed had op de groei van de tomatenplanten. Vermoedelijk hing dit samen met de technische mogelijkheid om op elk gewenst moment te kunnen gieten zodat geen hoge eisen aan het waterbergend vermogen van de potgronden werden gesteld. Blijkbaar is in dit geval de vochtreserve van minder belang dan bij cultures in de open grond. Het aan de vocht karakteristiek ontleende luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ was daarentegen wel van betekenis. De in 4.5 gegeven vergelijking kan berusten op een direct effect van het luchtgehalte van de potgrond. Als gevolg van de kunstmatige watervoorziening is namelijk een overmaat aan water in de grond zeer goed mogelijk waardoor een tekort aan zuurstof in het wortelmilieu optreedt gepaard gaande met een stagnatie van de fysiologische activiteit van het wortelsysteem (95). Zodoende zal het zuurstoftekort geringer zijn naarmate bij een lage vochtspanning het luchtvolume in de grond groter is, vandaar het positieve effect van het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$.

Volgens BUNT (29) echter zou het nadeel van een laag luchtvolume in een potgrond hoofdzakelijk berusten op een verminderde mechanische doordringbaarheid van de grond door de wortels resulterend in een afremmen van de groei van de gehele plant.

In het tweede onderzoek met mengsels uit de praktijk werd als maat voor de structuur de fractieverdeling van de organische stof bepaald. De organische fractie $> 1000 \mu$ vertoonde enige overeenkomst met het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$. Beide namelijk hadden betrekking op de structuur van de potgrond, waren de enige die naast N-waarde bijdroegen tot een verklaring van de spreiding, werkten in dezelfde richting en verklaarden nagenoeg eenzelfde percentage van de totale variantie.

In een onderzoek met potgronden voor de bloemisterij constateerden BOEKEL EN VAN LOKHORST (21) dat een toenemende diameter van de aggregaten bepaald volgens een droge zeefmethode samenhangt met een hoger luchtgehalte bij $pF = 1,5$. Het betreft ander grootheden doch er bestaat in het algemeen bij potgronden een redelijk verband tussen het luchtporiënvolume bij $pF = 1,5$ en dat bij $pF = 1,0$ terwijl mag worden aangenomen dat er een verband zal zijn tussen de uitkomsten van de droge en die van de natte zeefanalyse. Hoewel het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ en de organische fractie $> 1000 \mu$ helaas niet in dezelfde monsters werden bepaald, is het op grond van het bovenstaande wel waarschijnlijk dat er een verband bestaat en dat een grovere verdeling van de organische stof het luchtporiënvolume bij $pF = 1,0$ verhoogt.

Een dergelijk verband is daarom zo belangrijk omdat dan bij het routine-onderzoek betreffende de structuur van potgronden kan worden volstaan met één van de twee bepalingen.

Bij overwegingen die leiden tot een keuze moet in aanmerking worden genomen dat de pF-bepaling in potgrond verschillende specifieke bezwaren heeft.

- Het verloop van de vochtkarakteristiek is afhankelijk van de vochttoestand van de grond en de druk op de rond bij het vullen van de monsterringen (21).
- Potgronden kunnen irreversibele indroging vertonen, waardoor een abnormaal hoog luchtgehalte bij lage pF optreedt (zie 4.5)
- Zwel- en krimpverschijnselen komen door het hoge gehalte aan veen in potgrond veelvuldig voor (94) en zijn bij de pF-bepaling moeilijk te meten.

Bovendien is de bepaling van de vochtkarakteristieke een tijdrovende bezigheid. Tegenover deze nadelen staan de voordelen van de natte zeefanalyse, die eenvoudiger en sneller is uit te voeren en zich daardoor goed leent voor routinebepaling bij het massale onderzoek van potgronden.

Tussen de structuur, gemeten naar luchtporiënvolume of organische fractieverdeling en de veensoort werd geen verband gevonden. Eerder werd er op gewezen dat de samenstellingen van de onderzochte potgronden zeer variabel waren wat het opsporen van verbanden bemoeilijkte. Bovendien bleek nog een belangrijk punt en wel de variatie binnen één veensoort. Een voorbeeld hiervan was het Vinkeveense veen dat soms zonder bijmenging van andere grondsoorten tot potgrond werd verwerkt. Bij die monsters varieerde het gehalte van de organische fractie

> 1000 μ van 17,0% tot 30,2% zodat het brengen onder één benaming geen garantie van uniformiteit inhield. Belangwekkend zijn in dit verband de resultaten die VAN DIJK (40) verkreeg uit zijn onderzoek met monsters Vinkeveense veen. De organische fractie > 1000 μ (volgens een natte zeefanalyse en in % van de droge organische stof) wisselde van 15,5% tot 45,0%. Lage waarden werden aangetroffen bij het verse veen en hoge bij veen, dat aan de buitenlucht blootgesteld was geweest. Een toeneming van de organische fractie > 1000 μ ging ten koste van de organische fractie > 75 μ wat in overeenstemming is met de in 5.3

gegeven vergelijking voor deze fracties. Verder bleek dat ditverschijnsel optrad na droging van het veen en niet na bevrozing. VAN DIJK komt tot de conclusie dat door droging van het veen de fijne organische delen aaneen kitten tot grotere, tamelijk stabiele veendeeltjes. Zijn onderzoek ondersteunt dus de waargenomen variatie binnen het Vinkeveense veen en geeft tevens een verklaring voor de uiteenlopende organische fracties > 1000 μ .

Aangezien een grovere verdeling van het organische materiaal gunstig is voor de groei van de tomatenplant, zal droging van dit veen de geschiktheid voor de potgrond verhogen.

Deze droging is een kwestie van veenverwerking en dienaangaande kan nog worden opgemerkt dat bij de potgrondbereiding in het groot het veen wordt gemalen met als doel een fijne verdeling.

In het licht van het voorgaande is het nut van dat streven zeer twijfelachtig en men zou de vraag moeten stellen hoe grof het materiaal kan worden gelaten.

Vooraf bij de verwerking van jong mosveen zou de vermaling wel eens een belangrijke zaak kunnen zijn. Een nader onderzoek hierover is gewenst.

6.4 Conclusies

Het onderzoek van potgronden voor het opkweken van tomatenplanten is gericht geweest op een analyse van de grond ten einde daaraan normen voor de gebruikswaarde te ontlelen. Uit dit onderzoek is gebleken dat voor potgronden uit het Zuidhollands glasdistrict in 1960 en 1961 de stikstoftoestand en de structuur groei-bepalend waren. Deze factoren werden in dit hoofdstuk onderworpen aan een nadere beschouwing wat heeft gevoerd tot de volgende conclusies.

1. De stikstofbemesting van potgrond wordt bepaald door de stikstoftoestand van het uitgangsmateriaal en is voor de opkweek van tomaten in perspotten optimaal bij een gift van :
10.(35-N-waarde) in mg N per l of g N per m³.
2. Gezien de gunstige eigenschappen van N-waarde als maat voor de stikstof-toestand bij potgrond dient de mogelijkheid van een directe bepaling in een veldvochtig monster te worden onderzocht.
3. Voor de beoordeling van de structuur van potgronden moet de voorkeur worden gegeven aan de volgens de natte zeefanalyse bepaalde fractie > 1000 μ boven het aan vochtkarakteristiek ontleende luchtporiënvolume bij pF = 1,0

7 INVLOED VAN HET PLANTGOED OP DE OPBRENGSTEN

7.1 Inleiding

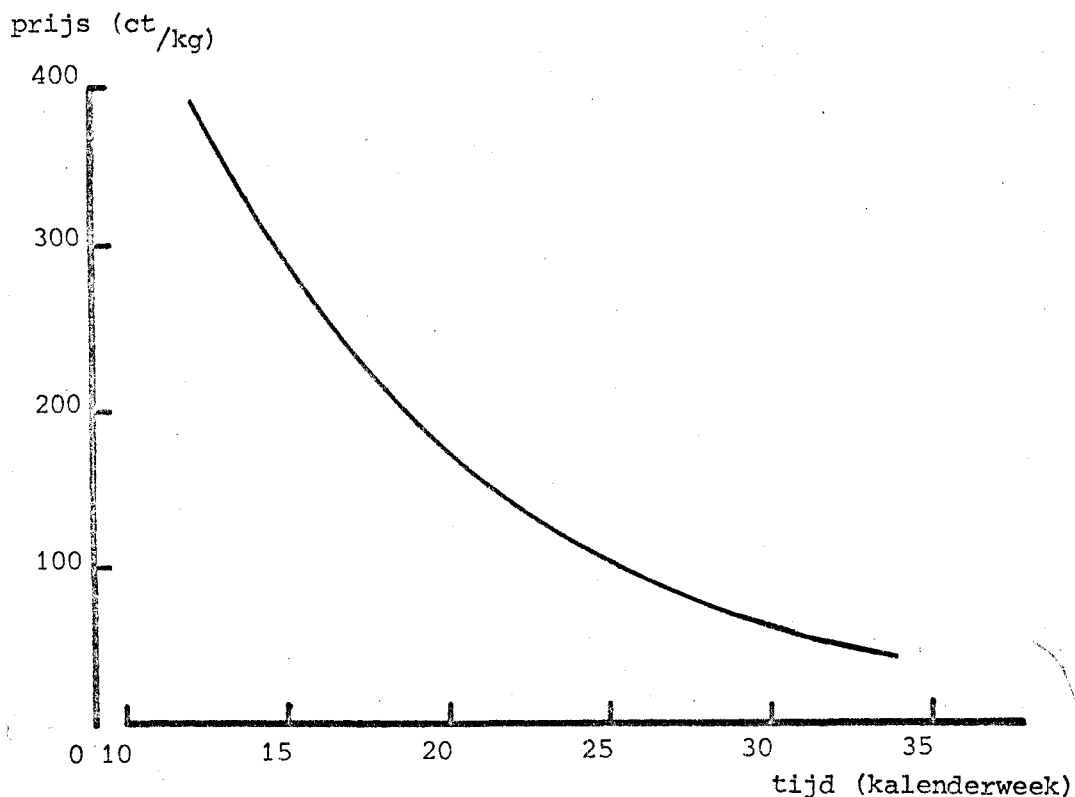
In het onderzoek van potgronden uit de praktijk vonden kwaliteitsbepalingen van de mengsels plaats aan de hand van opkweekproeven. Naarmate een grondmengsel een grotere tomatenplant opleverde, werd de kwaliteit van het grondmengsel hoger aangeslagen. Daarbij werd er van uitgegaan dat een verbetering van de groei tijdens de opkweek van waarde is voor het latere gewas en uiteindelijk zal resulteren in een vroegere of hogere productie of mogelijk beide.

Deze gedachtengang ligt voor de hand als zijnde gebaseerd op de algemene mening dat voor het verkrijgen van een goed gewas de kwaliteit van het plantgoed van veel betekenis is. Voor het potgrondonderzoek is het belangrijk het verband tussen plantgoed en opbrengst exact te kunnen aanduiden. Indien namelijk dit verband slechts aanwezig is tot een bepaald niveau heeft het boven dat niveau geen zin te streven naar een verbetering van het plantgoed door kwaliteitsverhoging van de potgrond.

Ten aanzien van het verband tussen plantgoed en opbrengst bij de tomaat moet verder rekening worden gehouden met de volgende bijzonderheden.

Bij een tomatengewas worden periodiek de rijpe vruchten geoogst met een frequentie van doorgaans enkele malen per week. De totale opbrengst aan het einde van de teelt is zodoende sterk afhankelijk van de duur van de oogstperiode en dient voor een duidelijk begrip nader omschreven te worden met betrekking tot de lengte van de oogstduur.

Figuur 11. Verloop van de veilingprijs voor tomaten in Nederland, gemiddeld over de jaren 1961 t/m 1965.



Voor het financiële resultaat van de teelt is behalve de totale opbrengst een belangrijke factor de prijs, die niet constant is maar in de loop van het seizoen verandert wat in figuur 11 is weergegeven. In deze figuur heeft de prijs betrekking op het gewogen gemiddelde per kalenderweek over de jaren 1961 t/m 1965 voor alle veilingen in Nederland terwijl rekening werd gehouden met hoeveelheid en kwaliteit (de gegevens voor deze hewerking waren afkomstig van het Produktschap voor Groenten en Fruit). Voor de periode van de 12^e t/m de 34^e week was :

$$\log \text{ prijs (ct/kg)} = -0,046 \cdot \text{kalenderweek} + 3,148 \quad (r = -0,99).$$

Uit figuur 11 blijkt dat de prijs in het begin van het jaar hoog is en daarna geleidelijk daalt. Als gevolg daarvan is het begintijdstip van de oogstperiode een belangrijk gegeven want hoe vroeger het oogsten begint, des te hoger zijn de geldelijke inkomsten althans bij een gelijkblijvend productieverloop.

7.2 *Literatuur*

Bij het opkweken van tomatenplanten kunnen variaties in gewasbehandeling en milieu worden aangebracht die de groei van de jonge plant beïnvloeden. Zo is gebleken dat het moment van verspenen invloed heeft op het plantgoed en dat vroegtijdiger verspenen gunstig is voor de plant en later aanleiding geeft tot hogere opbrengsten (1). Als extremeit van vroeg verspenen mag worden opgevat het zaaien in de pot dat in versterkte mate leidt tot zwaarder plantgoed en een hogere productie (20, 74, 114).

Uitvoerige studies over de verlichtingssterkte tijdens de opkweek (49, 111) hebben aangetoond dat een extra belichting in de wintermaanden bevorderlijk was voor de groei van de tomatenplanten waardoor vroegheid en financiële uitkomst van de oogst werden verhoogd. Naast het licht is ook de temperatuur tijdens de opkweek van belang voor plantgoed en opbrengsten (76).

Volgens diverse onderzoeken betreffende de potgrootte leverde een grotere pot later een hogere opbrengst (71, 74).

In uitgebreidere proeven van LAWRENCE (76) en JONES (65) werd door een grotere pot het gewicht van het plantgoed verhoogd terwijl na het uitplanten de opbrengst toenam.

Over de soort van de pot zoals een stenen pot of een perspot werd door de één wel (100) maar door anderen (41, 65, 114) geen invloed op het plantgoed en op de opbrengst geconstateerd.

Het effect van de grond werd bestudeerd door IAMB (71) die vaststelde dat een verschil in potgrond de oorzaak was van een verschil in opbrengst gedurende de eerste 4 weken van de oogstperiode. Een door LEPIKSAAR (78) uitgevoerde opkweekproef met uiteenlopende stikstof-, fosfaat- en kalibemestingen leidde echter niet tot opbrengstverschillen bij de latere teelt.

Uit beide publicaties was door gebrek aan gegevens niet te achterhalen in hoeverre het plantgoed al of niet de oorzaak was van de gewasreacties. Vollediger was een ouder onderzoek van LAWRENCE (76) met een 4-tal potgronden waardoor de verse massa van het plantgoed varieerde en waaruit verder bleek dat een zwaardere tomatenplant over de eerste 3 weken een hogere opbrengst gaf. Een positieve correlatie van de opbrengst gedurende het begin van de oogstperiode met de verse massa van

het plantgoed kan eveneens worden berekend uit gegevens van HONMA (59) en van BUNT (28). Een visuele beoordeling van het plantgoed volgens een schaal van 0 - 10 werd uitgevoerd door ROORDA VAN EYSINGA (92) die in verschillende proeven zeer betrouwbare correlaties tussen plantgoed en opbrengst vond. Deze auteur berekende dat elk punt meer bij de plantgoedbeoordeling resulteerde in een opbrengstverhoging die van proef tot proef uiteenliep van 0,6 tot 1,6 hg per plant gedurende het begin van de oogst welke 10 tot 14 plukdata omvatte.

7.3 *Onderzoek*

Uit het in 7.2 gegeven literatuuroverzicht kan de conclusie worden getrokken dat zwaarder plantgoed vroeger in productie is en een hogere opbrengst levert. Het verband tussen plantgoed en opbrengst wordt alleen door ROORDA VAN EYSINGA (92) kwantitatief weergegeven, echter met het bezwaar dat het plantgoed visueel werd beoordeeld en derhalve niet aan objectieve maatstaven was onderworpen. Voor het overige zijn de vermelde onderzoeken meer kwalitatief.

Om deze leemte te ondervangen, werd een onderzoek opgezet dat ten doel had de relaties tussen plantgoed, vroegheid en opbrengsten bij de tomaat kwantitatief te omschrijven. Daar de tomaat in verschillende jaargetijden kan worden geteeld en eventuele seizoensinvloeden niet bij voorbaat mochten worden verwaarloosd, werden proeven genomen die betrekking hadden op respectievelijk een teelt in een verwarmd warenhuis, een normale teelt in een onverwarmd warenhuis en een late teelt in een onverwarmd warenhuis. Bij dit onderzoek werd steeds van hetzelfde tomatenras gebruik gemaakt en wel Moneymaker.

8.1 *Werkwijze in het algemeen*

In het onderzoek naar het verband tussen plantgoed en teeltresultaten werd bij elke proef gestreefd naar een ruime variatie in plantgoed welke hoofdzakelijk werd bewerkstelligd door de kwaliteit van de potgrond te wijzigen. Voor het verkrijgen van een reeks potgronden met uiteenlopende kwaliteit werden mengsels gemaakt van een goede en een slechte potgrond. De goede potgrond bestond hoofdzakelijk uit Vinkeveens veen met daaraan toegevoegd turfstrooisel, zand en de benodigde hoeveelheden kunstmeststoffen. De slechte potgrond was gemaakt van een kleihoudend verslagen veen met ongunstige structureigenschappen en een laag voedingsniveau. Elke proef kan worden verdeeld in twee fasen, namelijk de opkweek en de teelt. Er werd gezaaid in een mengsel van goede kwaliteit waarna de jonge plantjes werden opgepot in de tot perspotten verwerkte proefmengsels. Andere informatie betreffende de opkweek zijn te vinden in 3.1 op blz. 10. Aan het einde van de opkweekperiode werd van elke groep planten een monster genomen waarin een aantal plantgoedeigenschappen werd bepaald (zie 8.2). Na de opkweek volgde een teeltproef, waartoe van elke groep de overblijvende planten naar de definitieve groeiplaats onder glas werden overgebracht. Tijdens de teelt werden waarnemingen verricht die in 8.2 nader zijn omschreven.

8.2 *Waarnemingen*

De bepalingen in het plantgoedmonster omvatten verse massa, lengte, aantal bladeren, trosontwikkeling en droge stof (zie 3.2 op blz. 10).

De waarnemingen gedurende de teelt bestonden uit de positie, de bloeidatum en de kwaliteit van de 1^e tros, de lengte van de plant boven het maaiveld en de gewichtsopbrengst aan verse vruchten, die per oogstdatum werd genoteerd.

De *positie* van de 1^e tros werd weergegeven door het aantal bladeren onder deze tros, waarbij de cotylen buiten beschouwing zijn gelaten.

De *bloeidatum* van de 1^e tros werd bepaald door geregeld per vak het aantal planten met een bloeiende 1^e tros te tellen waarna de datum werd vastgesteld waarop 50% van het totale aantal planten de 1^e tros in bloei had.

De *kwaliteit* van de 1^e tros werd gemeten door tellingen van het aantal goed gezette bloemen, het aantal slecht gezette bloemen (de zogenaamde "knopen"), het aantal niet gezette bloemen en het aantal afgevallen bloemen. De tellingen vonden op een dussdanig moment plaats dat daarna geen belangrijke veranderingen meer op zouden treden.

De oogstwaarnemingen verschaften allereerst de datum, waarop het oogsten begon. Deze datum geeft een indruk van de vroegheid. Hoewel de inhoud van het begrip vroegheid wel duidelijk is, stuit een exacte formulering op verschillende moeilijkheden. De vroegheid getypeerd als datum waarop *per vak* het oogsten begint, heeft het nadeel dat door de heterogeniteit van de

tomaat dit gegeven niet erg betrouwbaar is. Aan dit bezwaar is te ontkomen door *per plant* de eerste oogst te noteren en vervolgens te middelen, wat echter een omvangrijk werk is, een zeer zorgvuldige administratie vereist en daardoor praktisch moeilijk te verwezenlijken is. Een ander bezwaar is dat de vroegheid als datum weergegeven slechts zin heeft indien de opbrengstverlopen gelijk blijven wat evenwel vaak niet het geval is (49). Als vroegheid is ook wel beschouwd de datum waarop een bepaalde hoeveelheid is geproduceerd (111). Deze methode heeft evenals de vorige het nadeel dat voor de juiste vergelijkingen een uniform opbrengstverloop noodzakelijk is. Bovendien worden er geen verschillen in gewichtsofbrengsten mee aangeduid waardoor een aansluiting met wat in de praktijk gebruikelijk is, ontbreekt.

Bovenstaande moeilijkheden heeft GERMING (49) getracht te omzeilen door de gewichtsofbrengsten te betrekken op een gemiddeld prijsverloop, zodoende het resultaat van een teelt samenvattend in 1 getal en wel de geldopbrengst. Deze werkwijze is zeer bruikbaar bij vergelijkingen binnen 1 proef. Over het verloop van de opbrengsten wordt op die manier evenwel niets medegedeeld waardoor een vergelijking met andere onderzoeken veelal niet mogelijk is.

Bij dit onderzoek werd de totale oogsttijd onderverdeeld in afzonderlijke perioden. De opbrengsten in de eerste periode leveren een indruk van de vroegheid terwijl de gehele periode de totale opbrengst verschafte. Door de opbrengsten uit verschillende perioden met elkaar te vergelijken, kunnen variaties in opbrengstverloop worden afgeleid.

9.1 *Overzicht*

De opkweek gebeurde in 5 mengsels die bestonden uit 100, 75, 50, 25 of 0 vol.% goede potgrond met resp. 0, 25, 50, 75 en 100 vol.% slechte potgrond. Om uit te maken of in verband met de kwaliteit van een mengsel de gebruiksduur van belang zou zijn, werd de factor tijd ingelast door 2 zaaidata aan te houden en wel 21 november 1960 en 5 december 1960.

De opkweekproef was opgezet volgens een 5 x 2 schema met alle combinaties van mengverhouding en zaaidatum, terwijl het aantal parallellen 4 bedroeg. Als pot werd een perspot met een grondvlak van 8 x 8 cm gebruikt. Onmiddellijk voor het uitplanten werd binnen elke groep een monster van 8 planten getrokken.

Het uitplanten vond plaats op 3 februari 1961 volgens een nieuw 5 x 2 schema met 4 parallellen en 16 planten per vak.

9.2 *Resultaten*9.2.1 Opkweekproef

De aan het einde van de opkweekproef verkregen uitkomsten omtrent het plantgoed zijn vermeld in tabel 17. Bij de zaaidatum 21 november gaf een verlaging van de fractie goede potgrond beneden 50 vol.% een duidelijke vermindering van de waarde voor elke plantgoedvariabele. Opmerkelijk zijn de getallen voor de trosontwikkeling met een maximum bij de mengverhouding 50% goede en 50% slechte potgrond.

Tabel 17. Proef I. Resultaten van de opkweekproef gemiddeld per plant.

behandeling	zaaidatum	verse massa (g)	droge stof (g)	lengte (cm)	bladeren >3 cm (stuks)	trosontwikkeling (0-10)
% goede potgrond						
100	21 november	7,6	0,49	11,1	8,3	4,0
75		7,7	0,52	10,5	8,5	4,8
50		6,9	0,48	9,5	8,1	5,7
25		2,9	0,28	6,7	6,4	2,5
0		0,6	0,07	3,1	3,7	0,7
100	5 december	2,0	0,11	7,1	5,1	1,4
75		2,0	0,11	7,0	5,0	1,5
50		1,7	0,10	6,4	4,9	1,4
25		1,7	0,09	6,5	4,8	1,4
0		0,2	0,02	1,9	2,2	0,2

Bij de zaaidatum 5 december had een verlaging van het aandeel goede potgrond tot 25% in het mengsel geen betrouwbare invloed en alleen het mengsel met 0% goede potgrond veroorzaakte een verlaging bij alle planteigenschappen.

Uit tabel 17 blijkt dat in grote lijnen een dalen bij de ene eigenschap samenging met een daling bij de andere. Om het verband tussen de verse massa en een andere plantgoedvariabele te bepalen werd een lineaire regressie-analyse uitgevoerd waarbij al dan niet werd uitgesplitst naar zaaidatum (tabel 18).

De correlatiecoëfficiënten voor de droge stof en de verse massa waren

zeer hoog terwijl deze coëfficiënt weinig verminderde door een combinatie van zaaidata. De regressiecoëfficiënt en de constante in de vergelijking voor de vroegste zaaidatum waren iets groter dan die in de vergelijking voor de latere zaaidatum zodat bij de oudere planten het *gehalte* aan droge stof wat hoger was. In vergelijking voor het hele materiaal was de constante klein.

Tabel 18. Proef I. Verband tussen de verse massa in g per plant en de andere plantgoedeigenschappen.

eigenschap (eenheden per plant)	zaaidatum	correlatie- coëfficiënt	regressie- coëfficiënt	constante
droge stof (g)	21 november	+ 0,988	0,059	+ 0,06
	5 december	+ 0,993	0,052	+ 0,01
	samen	+ 0,983	0,066	+ 0,01
lengte (cm)	21 november	+ 0,979	1,022	+ 2,92
	5 december	+ 0,993	2,913	+ 1,29
	samen	+ 0,909	0,932	+ 3,88
bladeren > 3 cm (stuks)	21 november	+ 0,961	0,591	+ 3,97
	5 december	+ 0,962	1,553	+ 2,03
	samen	+ 0,949	0,672	+ 3,47
trosontwikkeling (0-10)	21 november	+ 0,895	0,561	+ 0,62
	5 december	+ 0,915	0,728	+ 0,06
	samen	+ 0,940	0,603	+ 0,33

$n = 20$ $r_{0,01} = + 0,516$

$n = 40$ $r_{0,01} = + 0,366$

De regressievergelijkingen voor de verse massa met de lengte of met het aantal bladeren hadden betrekkelijk grote constante termen. Daarenboven was het verschil in regressiecoëfficiënt onder invloed van de zaaidatum veel groter dan bij de droge stof. Gerekend over de beide zaaidata was in deze gevallen het verband niet lineair maar kromlijnig. Naarmate de regressiecoëfficiënten en de constante termen bij een verschillende zaaidatum meer uiteenliepen, was na samenvoeging van de zaaidata voor het ene rechtlijnige verband de correlatiecoëfficiënt lager daar in werkelijkheid dit verband meer kromlijnig was.

In de vergelijkingen voor de verse massa en de trosontwikkeling veranderden de regressiecoëfficiënten en constante termen betrekkelijk weinig door de zaaidatum zodat in dit opzicht de leeftijd van de plant een gering effect had. Tevens vormde het een aanwijzing dat binnen elke zaaidatum het verband tussen de twee eigenschappen lineair was. De hogere correlatiecoëfficiënt na samenvoeging van beide zaaidata betekende dat voor alle planten (onafhankelijk van de leeftijd) het verband tussen de verse massa en de trosontwikkeling eveneens lineair was. Een beschouwing van de afzonderlijke waarnemingen bevestigde dit verschijnsel.

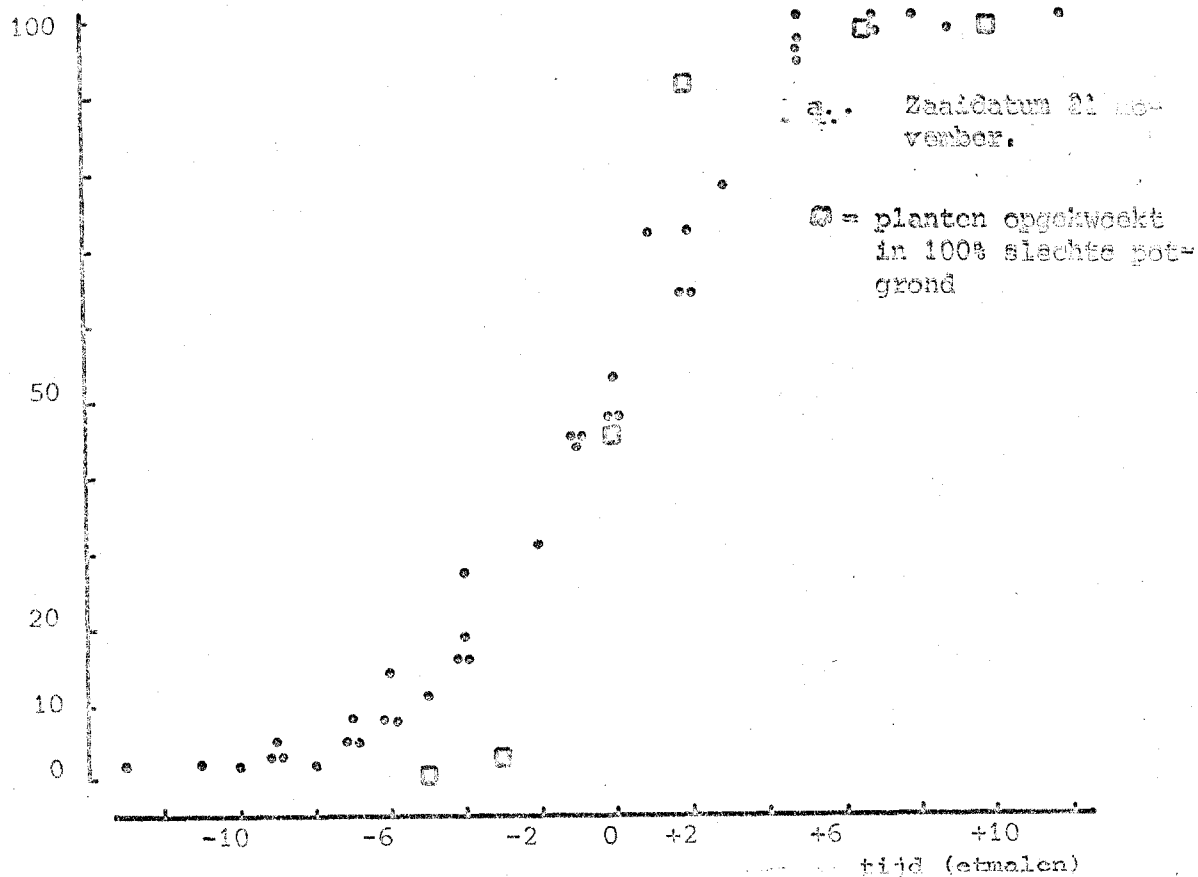
9.2.2 Gewaswaarnemingen tijdens de teelt

Bij de bepaling van de gemiddelde bloeidatum voor de 1^e tros werd voor elk object uitgegaan van het totale aantal planten. De percentages bloeiende planten uitgezet tegen de tijd leverden voor elk object min of meer een S-vormige kromme. Door interpolatie kon de gemiddelde bloeidatum voor dat object worden bepaald.

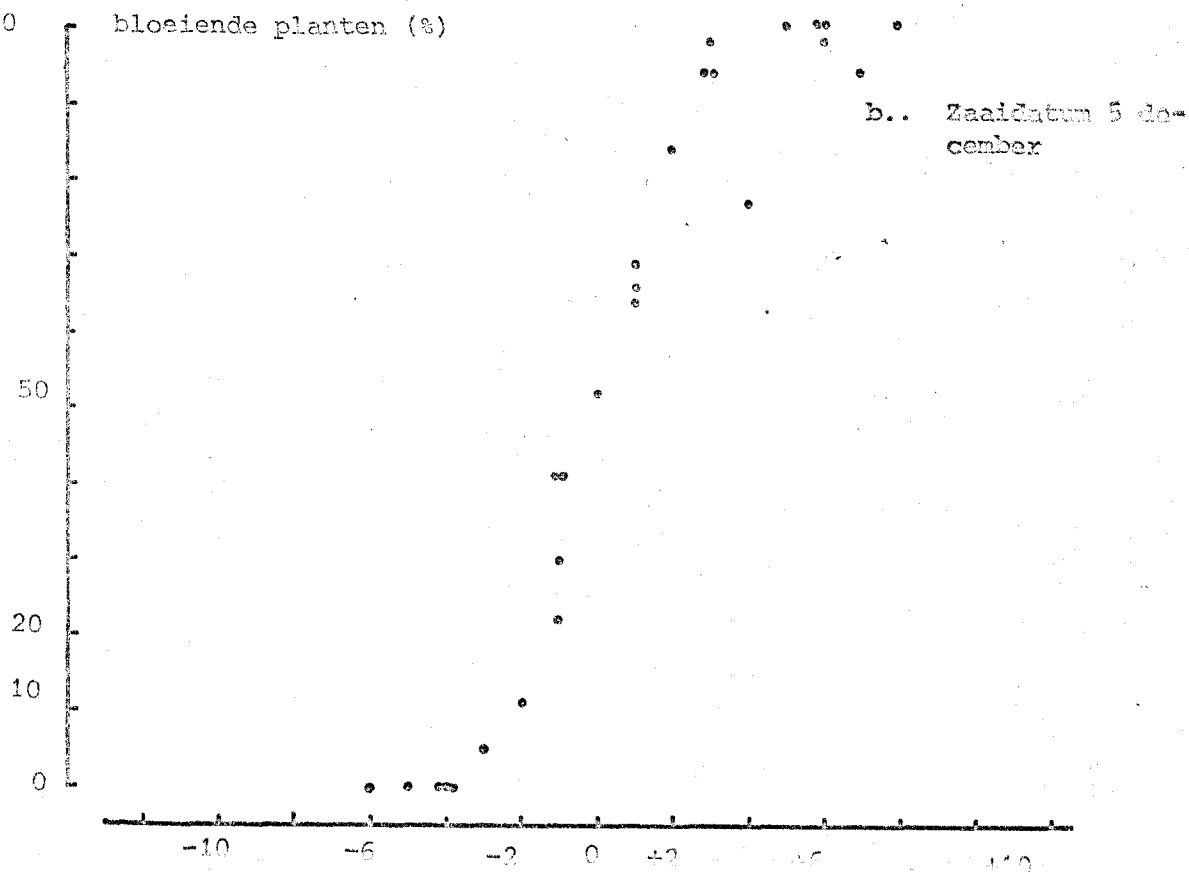
Vervolgens werd voor de gemiddelde bloeidatum het tijdstip 0 aangenomen en het percentage bloeiende planten uitgezet tegen de afwijking van het tijdstip 0 (figuur 12).

Figuur 12. Proef I. Percentage bloeiende planten in verband met de tijd na correctie voor de gemiddelde bloeidatum

bloeiende planten (%)



bloeiende planten (%)



Het blijkt dat voor de meeste objecten met als zaaidatum 21 november het verloop in de bloei kan worden weergegeven door 1 S-kromme, terwijl de periode vanaf het moment dat de 1^e plant bloeide tot het ogenblik dat alle planten in bloeistonden ongeveer 3 weken bedroeg. Bij de planten in het slechtste mengsel was de spreiding geringer. De objecten met als zaaidatum 5 december verschaften slechts 1 kromme met 1 uitbijter. De totale spreiding bedroeg 2 weken terwijl voor 90% van de planten het begin van de bloei binnen 1 week plaats vond. Hieruit volgt dat de vroegere zaaidatum veelal een grotere spreiding in bloei teweeg bracht en dat de op 21 november gezaaide planten in het slechtste mengsel meer overeenkwamen met de planten van 5 december. Verder blijkt dat de afwijkingen in tijd ten opzichte van de kromme kleiner waren bij het buigpunt dan in het gebied met zeer lage of zeer hoge percentages bloei. Op grond van deze overwegingen werd ter karakterisering van het bloeitijdstip de datum genomen waarop 50% van alle planten een bloeiende tros had. De gemiddelde bloeidata zijn vermeld in tabel 19, 3^e kolom.

Tabel 19. Proef I. Bloeidatum van de 1^e tros, kwaliteit van de 1^e tros op 26 april, hoogte van het gewas op 26 april en datum van de 1^e oogst, gemiddeld per plant

behandeling		bloei 1 ^e tros		kwaliteit 1 ^e tros			hoogte 1 ^e oogst	
% goede	Zaai-	tros	totaal	goed	gezette	bloemen aan-	(cm)	(mei)
potgrond	datum	(maart)	aantal	aantal	% van	tal slecht		
			bloemen		totaal gezette			
					bloemen			
100	21 november	1	10,7	8,3	78	0,6	184	4
75		1	10,1	7,5	74	0,4	183	4
50		1	9,8	7,0	71	0,6	182	3
25		5	9,8	7,0	71	0,4	177	9
0		13	8,5	4,2	49	0,6	158	13
100	5 december	7	8,9	6,4	72	0,2	176	9
75		7	9,3	6,7	72	0,2	173	11
50		7	8,8	6,0	68	0,2	170	9
25		8	9,1	6,2	68	0,2	172	10
0		16	8,3	5,0	60	0,4	149	14

In het algemeen ging een latere zaaidatum samen met een latere bloei en had 2 weken later zaaien gemiddeld 5 dagen vertraging in bloei tot gevolg. Een vergelijking van de mengsels laat zien, dat het aandeel van de goede potgrond boven 50% geen invloed uitoefende maar dat daar beneden een vermindering van deze fractie samenging met een latere bloei. De grootte van het mengseleffect was echter afhankelijk van de zaaidatum: de op 21 november gezaaide planten hadden een maximaal verschil in bloei van 12 dagen en bij 5 december was dit verschil 9 dagen. De verlaten in bloei als gevolg van een kwaliteitsvermindering van de potgrond was derhalve minder groot indien later werd gezaaid.

Tabel 19 bevat tevens de resultaten van een gewasbeoordeling op 26 april 1961 waarbij de kwaliteit van de 1^e tros en de hoogte van het gewas werden bepaald.

De gegevens over de kwaliteit van de 1^e tros laten zien dat bij de op 21 november gezaaide planten het totale aantal bloemen door de verslechtering van het mengsel terugliep van 10,7 naar 8,5 per plant. Dit verloop was in veel mindere mate aanwezig bij de latere zaaidatum. Voorts blijkt dat vroeger zaaien over de gehele linie samenging met meer bloemen aan de 1^e tros.

Het aantal goed gezette bloemen nam af door een verslechtering van het potgrondmengsel, bij de op 21 november gezaaide planten meer dan bij de

jongere. Deze dalingen waren nog sterker dan bij de totale aantallen wat tot uiting kwam in de percentages van het totaal. Door de vermindering van de kwaliteit van de potgrond daalde de fractie goed gezette bloemen bij de 1^e zaaidatum van 78% naar 49% en bij de 2^e zaaidatum van 72% naar 60%. Gemiddeld over de mengsels werd door de latere zaaidatum in absolute zin het aantal goed gezette bloemen wat verminderd, terwijl de relatieve zetting niet werd beïnvloed. Het aantal slecht gezette bloemen was weinig onderhevig aan de variaties in potgrondsamenstelling en werd enigszins verhoogd door vroeger te zaaien.

Uit de waarnemingen omtrent de hoogte van het gewas is duidelijk af te leiden dat een slechter mengsel en een latere zaaidatum een lager gewas opleverden. Vooral het slechtste mengsel veroorzaakte een sterke vermindering. Het maximale mengseleffect bedroeg gemiddeld 26 cm en de gemiddelde invloed van de zaaidatum was 9 cm. Ten slotte zijn in tabel 19 de data van de 1^e oogst gegeven. Bij de vroegste objecten werd gemiddeld op 3 mei begonnen met plukken en bij de laatste op 14 mei. Voor de op 21 november gezaaide planten maakte een wisseling van 100 tot 50% goede potgrond in het mengsel niets uit terwijl beneden 50% goede potgrond een afnemend percentage samenging met een verlating van de oogst welke maximaal 10 dagen bedroeg.

De planten van 5 december waren later in productie; het mengsel bleef beperkt tot het slechtste mengsel met een verlating van ongeveer 4 dagen.

9.2.3 Opbrengsten

De in verschillende perioden geoogste hoeveelheden zijn in tabel 20 vermeld. De opbrengsten van 3 weken liep t/m 20 mei, de opbrengst van 6 weken was die t/m 10 juni en de totale opbrengst over 9 weken ging t/m 1 juli.

Tabel 20. Proef I. Opbrengsten aan rijpe vruchten over verschillende perioden, gemiddeld per plant

behandeling		opbrengst (hg)		
% goede potgrond	zaai-datum	3 weken	6 weken	9 weken
100	21 november	5,6	18,1	38,3
75		4,8	16,9	38,0
50		4,4	16,0	35,6
25		2,8	13,8	34,3
0		0,8	6,6	24,8
100	5 december	3,1	12,7	32,7
75		3,2	13,6	33,6
50		2,7	13,5	32,5
25		2,7	11,9	31,7
0		0,2	6,5	25,5

Uit de waarnemingen volgt dat de opbrengst over 3 weken lager was naarmate het mengsel een slechtere samenstelling had. Later zaaien gaf eveneens een opbrengstdaling. Het beste object leverde in die periode 5,6 hg per plant en het slechtste maar 0,2 hg wat een verschil betekende van ongeveer $\frac{1}{2}$ kg per plant zodat het totale effect van de behandelingen aanzienlijk was. Omgerekend in procenten was binnen de 1^e zaaidatum onder invloed van de potgrondsamenstelling de opbrengstreductie maximaal 86% en binnen de 2^e zaaidatum zelfs 94%. Voor deze periode betekende 2 weken later zaaien gemiddeld een 35% lagere opbrengst.

Met het verstrijken van de oogsttijd bleven de absolute verschillen toenemen en na 9 weken was bij 21 november als zaaidatum de grootste opbrengstvermindering 13,5 hg en die bij de groep van 5 december 7,2 hg per plant ofwel respectievelijk 35% en 22%. Door 2 weken later te zaaien werd uiteindelijk een gemiddelde opbrengstverlaging van 2,9 hg per plant veroorzaakt, dat wilde zeggen ruim 8%.

Dat bij toenemende oogstduur de verschillen relatief kleiner werden, moet worden toegeschreven aan een sterkere verhoging van het algemene opbrengstniveau.

Bij alle oogstperioden was het maximale opbrengstverschil ten gevolge van de potgrondsamenstelling groter bij de zaaidatum 21 november dan bij 5 december. Verder blijkt dat het mengseleffect bij de 1^e zaaidatum vooral tot uiting kwam beneden de 50% goede potgrond terwijl bij de latere zaaidatum deze grens op 25% lag.

Deze interactie tussen mengsel en zaaidatum was voor de opbrengsten over 3 en 9 weken echter niet erg statistisch betrouwbaar ($P = 0,15$) maar over 6 weken daarentegen wel significant ($P = 0,04$).

De kwaliteit van de oogst was goed en merkbare veranderingen daarin als gevolg van de behandelingen hebben zich niet voorgedaan.

9.3. Verband tussen plantgoed en opbrengsten

Voor de berekeningen van de rechtlijnige regressies van opbrengsten op plantgoed werd uitgegaan van de objectgemiddelden teneinde vruchtbaarheidsverschillen in het proefveld uit te schakelen. De correlatie- en regressiecoëfficiënten benevens de constante termen zijn in tabel 21 gegeven. De correlatiecoëfficiënten voor de opbrengsten over 3 weken op de plantgoedeigenschappen waren alle positief en zeer hoog.

Tabel 21. Proef I. Rechtlijnige regressies van de opbrengsten over verschillende perioden op de plantgoedeigenschappen

plantgoedeigenschap (eenheden per plant)	oogst- periode	opbrengst (hg per plant)		
		correlatie- coëfficiënt	regressie- coëfficiënt	constante
verse massa (g)	3 weken	+ 0,900	0,51	+ 1,4
droge stof (g)		+ 0,851	7,10	+ 1,4
lengte (cm)		+ 0,996	0,56	- 0,8
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,933	0,73	- 1,1
trosontwikkeling (0-10)		+ 0,840	0,75	+ 1,3
verse massa (g)	6 weken	+ 0,853	1,18	+ 8,9
droge stof (g)		+ 0,818	16,69	+ 9,1
lengte (cm)		+ 0,971	1,33	+ 3,6
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,912	1,76	+ 2,8
trosontwikkeling (0-10)		+ 0,815	1,78	+ 8,7
verse massa (g)	9 weken	+ 0,843	1,36	+ 28,1
droge stof (g)		+ 0,811	19,34	+ 28,2
lengte (cm)		+ 0,965	1,54	+ 21,8
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,906	2,04	+ 21,0
trosontwikkeling (0-10)		+ 0,801	2,04	+ 27,8

$$r_{0,01} = + 0,716$$

Bij de lengte was de correlatiecoëfficiënt zelfs bijzonder hoog, daarentegen bij de trosontwikkeling het laagst hoewel ook nog zeer betrouwbaar. In het algemeen ging dus een toeneming van een plantgoedeigenschap samen

met een hogere opbrengst gedurende de eerste 3 weken van de oogstperiode.

De regressiecoëfficiënten liepen aanzienlijk uiteen wat vooral werd veroorzaakt door de hoge richtingscoëfficiënt bij de droge stof. Deze verschillen zijn te verklaren door de variërende trajecten voor de diverse plantgoedeigenschappen en door de hoge onderlinge correlaties tussen de eigenschappen. Gezien de orden van grootte van de plantgoedeigenschappen zijn de regressiecoëfficiënten tamelijk groot zodat naast een sterk verband bovendien kon worden gesproken van een belangrijke invloed van het plantmateriaal op de opbrengst van de eerste 3 weken. Indien de gemiddelde opbrengsten over 3 weken zijn uitgezet tegen de gemiddelden voor de plantgoedeigenschappen, wordt de indruk gewekt dat na een correctie op de verse massa, de droge stof of de trosontwikkeling laat zaaien gunstiger was dan vroeger zaaien. Het materiaal vertoont echter geen homogene verdeling als gevolg van het verschil in zaaidatum zodat enige voorzichtigheid in deze is geboden. Bij een beschouwing van de gegevens per vak bleek dat in deze gevallen het verband geen rechte was maar een kromme, terwijl een specifiek effect van de zaaidatum dan niet aantoonbaar was.

In tegenstelling met genoemde eigenschappen was het verband van de opbrengsten over 3 weken met de lengte en met het aantal bladeren wel rechtlijnig, vandaar de hogere correlatiecoëfficiënten.

Dit onderscheid in de aard van het verband verklaart bovendien de 2 groepen van constanten namelijk positieve en de negatieve.

De positieve constanten zijn nagenoeg gelijk en komen voor in de vergelijkingen die betrekking hebben op de verse massa, de droge stof en de trosontwikkeling. De negatieve constanten worden aangetroffen bij de lengte en het aantal bladeren en verschillen eveneens maar weinig.

Bij de opbrengsten over 6 weken waren de correlatiecoëfficiënten lager maar de regressiecoëfficiënten en constante termen hoger dan bij de oogstperiode van 3 weken.

Een verdere daling resp. stijging trad op na een oogstduur van 9 weken. De vermindering in correlatiecoëfficiënt vond vooral plaats in de 4^e t/m 6^e week terwijl in die zelfde periode de stijging bij de regressiecoëfficiënten het grootst was; de toeneming van de constanten geschiedde vooral in de 7^e t/m 9^e week.

9.4 *Bespreking* het

Uit onderzoek is duidelijk gebleken dat een slechtere kwaliteit van het mengsel lagere waarden gaf voor alle plantgoedeigenschappen. Dat een vermindering van de fractie goede potgrond tot 50% van het mengsel geen groeiremming bij het oudste plantgoed veroorzaakte, was niet geheel overeenkomstig de verwachting maar achteraf wel verklaarbaar. Volgens het voorgaande wordt namelijk de kwaliteit van een potgrond bij het opkweken van tomatenplanten vooral bepaald door de hoeveelheid opneembare stikstof. Het effectieve verschil tussen de goede en de slechte potgrond voor het bereiden van de mengsels was dus voornamelijk gelegen in het bemestingsniveau. Daar de maximale plantomvang niet groot was, werden in deze proef slechts lage eisen aan de voedingstoestand gesteld. Vandaar het geringe effect van het aandeel slechte potgrond zolang dit lager was dan 50 vol.%.

Dat de invloed van de potgrondkwaliteit afhankelijk is van de plantgrootte kwam tot uiting in de interactie mengsel x zaaidatum.

Deze interactie hield in dat de kwaliteit van het mengsel sterker naar voren kwam bij de vroegere zaaidatum. Hieruit kan worden afgeleid dat

indien bij de opkweek wordt gestreefd naar een grotere plant door bijvoorbeeld vroeger te zaaien, voor de kwaliteit van de potgrond hogere eisen gelden.

Uit het verband tussen de droge stof en de verse massa voor de 1^e zaaidatum volgt dat bij toenemende plantgrootte het gehalte aan droge stof lager werd. Daar grotere planten werden verkregen met behulp van betere mengsels was derhalve bij de zaaidatum van 21 november het gehalte aan droge stof lager bij een betere kwaliteit van de potgrond. Bij de 2^e zaaidatum daarentegen was het gehalte aan droge stof veel minder afhankelijk van de plantgrootte en derhalve het mengseleffect kleiner.

Uit de regressievergelijkingen voor de lengte en het aantal bladeren blijkt dat bij een kleine tomatenplant de waarden voor deze eigenschappen relatief groot waren ten opzichte van het gewicht en dat bij het groter worden van de jonge plant de lengte en het aantal bladeren minder toenamen dan de massa. Deze verschijnselen komen geheel overeen met het in hoofdstuk 5 beschrevene dienaangaande.

Na het uitplanten was op het oog duidelijk te constateren dat de verschillen in plantgoed zich voortzetten, wat werd bevestigd door verschillende gewaswaarnemingen. Een slechter mengsel vertraagde de groei en bloei en verminderde de kwaliteit van de 1^e tros. De latere zaaidatum veroorzaakte eveneens een achterstand, de kwaliteitsvermindering van de 1^e tros was daarentegen veel geringer.

De invloed op de 1^e tros door de mengsels is kennelijk van directe oorsprong geweest, wat waarschijnlijk niet geldt voor het effect van de zaaidatum. Door later te zaaien werd namelijk niet alleen de factor tijd gewijzigd, maar tevens bij deze proef in de winter het gehele complex van milieu-omstandigheden.

Het geringere verschil in bloeidatum bij de kleinere planten moeten eveneens worden verklaard door de verschuiving van de groeikromme naar een later seizoen met langere dagen en meer licht (112).

De datum van de eerste oogst had dezelfde strekking als de bloeidatum, zij het dat de verschillen als gevolg van de behandelingen wat kleiner waren geworden.

In het algemeen kan worden gesteld dat de tomatenplanten die bij de opkweek sneller en langere tijd hadden gegroeid na het uitplanten een betere stand vertoonden, eerder bloeiden en vroeger in productie waren.

Uit de opbrengstgegevens is gebleken dat een betere potgrondkwaliteit een hogere productie met zich meebracht. Deze invloed was door de keuze van de mengsels groter dan het effect van 2 weken verschil in de zaaidatum. De werking van de potgrondsamenstelling moet worden gezien als een indirect effect dat via het plantgoed in het opbrengstverloop naar voren komt. Dit blijkt ook wel uit de hoge correlaties tussen de plantgoedeigenschappen en de opbrengsten in verschillende perioden.

Van de plantgoedeigenschappen was de mate van trosontwikkeling, afgezien van de aard van het verband, een minder goede maatstaf voor de opbrengst dan de lengte. Dit is merkwaardig omdat men a priori geneigd is te veronderstellen, dat een generatieve eigenschap van het plantgoed een betere schatting zou geven voor de opbrengst dan een vegetatieve eigenschap. Het kan zijn dat de trosbeoordeling niet geheel juist is geweest als gevolg van de visuele methode, waar de hoge variatiecoëfficiënt eveneens op duidde. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat de getallen voor de trosontwikkeling meer een indruk geven van de tijd waarop deze ontwikkeling plaats vindt dan van de kwaliteit van de tros. Uit ervaring is bekend dat het begin van een op het oog normale trosontwikkeling niet behoeft te resulteren in een normale bloei en een goede vruchtzetting. Vooral bij de vroege teelt in verwarmde warenhuizen kan dit een ernstig probleem zijn.

Ongetwijfeld liggen hier aanknopingspunten voor verder onderzoek. Het verband tussen plantgoed en de opbrengsten leverde geen aanwijzingen op dat de zaaidatum een specifieke invloed zou hebben. Dit duidt erop dat na een correctie op plantgrootte geen kwalitatief onderscheid kon worden gemaakt in verband met de leeftijd van de plant. Een grotere plant gaf een hogere opbrengst waarbij het er derhalve niet toe deed of de grotere plant was verkregen door vroeger te zaaien of door een betere kwaliteit van het potgrondmengsel.

De correlatiecoëfficiënten voor de opbrengsten en het plantgoed namen af bij een toenemende duur van de oogstperiode. Kennelijk was dit een gevolg van het feit, dat gedurende de verdere groeitijd van het gewas langzaam maar zeker andere factoren een grotere invloed gingen uitoefenen, waardoor het aanvankelijk sterke effect van de opkweekbehandelingen verminderde en een verstoring van het algemene beeld begon op te treden.

De toenemende regressiecoëfficiënten bij langere oogstduur wijzen erop dat het effect van het plantgoed hoofdzakelijk gedurende de eerste 6 weken maar ook nog enigszins in de laatste oogstperiode van de 7^e t/m 9^e week werkzaam is geweest. Naarmate de oogsttijd verstreek, werden de constante termen groter. Deze constante is de opbrengst die niet door de voorbehandeling werd beïnvloed en die groter zal worden indien de oogstperiode toeneemt. Dat voor de verschillende regressievergelijkingen over één en dezelfde periode de constante termen soms ongelijk zijn, komt doordat de gegeven lineaire vergelijkingen benaderingen van de samenhang zijn.

In een lineaire regressievergelijking voor opbrengst en plantgoed mag bij een theoretische benadering de constante worden opgevat als de opbrengst van het ter plaatse gezaaide gewas, daarbij complicaties door milieuverschillen bij opkweek en teelt buiten beschouwing latend. Een dergelijke benadering maakt het mogelijk om met behulp van de beschikbare gegevens het financiële voordeel door het gebruik van plantgoed te schatten.

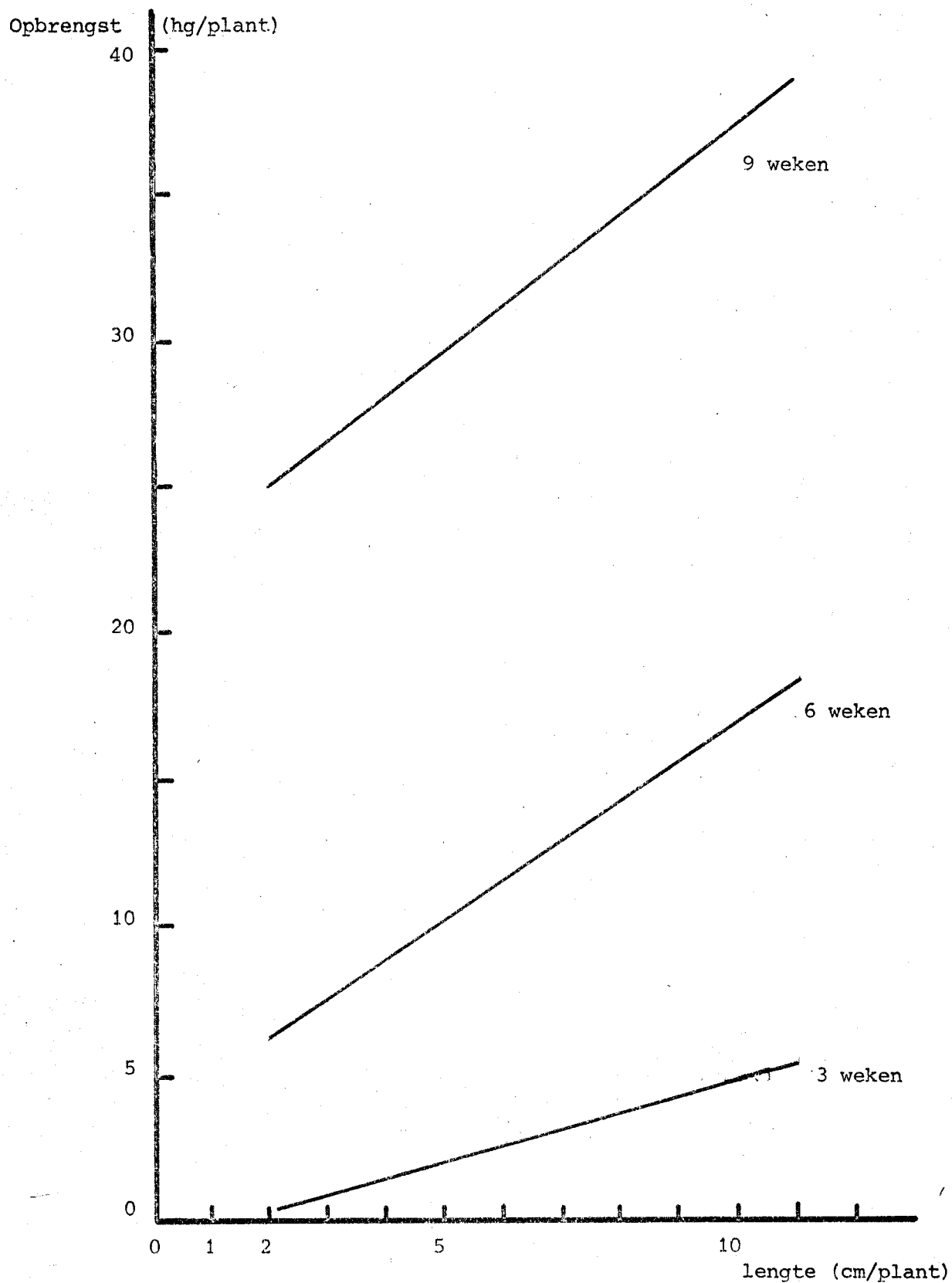
Als voorbeeld van een relatie tussen plantgoed en opbrengst is in figuur 13 voor verschillende oogstperioden het verband tussen lengte en opbrengst weergegeven.

Aan het einde van de teelt was de maximale opbrengst 39 hg per plant terwijl in de regressievergelijking de constante 22 hg bedroeg, derhalve een verschil van 17 hg per plant, dat kan worden beschouwd als het maximale resultaat van de opkweek. De opbrengstvermeerdering werd bijna geheel bereikt na 6 weken oogsten welke periode overeenkwam met de 18^e t/m 23^e week. Wanneer volgens figuur 11 een middenprijs van f 1,60 per kg wordt aangenomen, bedroeg de maximale bate van de opkweek ongeveer f 2,70 per plant. Daar staat tegenover dat de aan de opkweek verbonden kosten globaal op f 0,25 per plant kunnen worden geraamd. De opkweekkosten vormden dus slechts een fractie van de financiële meeropbrengst, zodat met dit voorbeeld duidelijk de in hoofdstuk 1 beschreven betekenis van het gebruik van plantgoed wordt toegelicht.

Het belang van verschillen binnen het plantgoed volgt uit het maximale verschil in opbrengst van 13 hg per plant. Bij een middenprijs van f 1,60 per kg bracht het beste plantgoed dus ongeveer f 2,-- per plant meer op dan het slechtste.

Ter bereiking van de optimale potgrondkwaliteit bedroegen de meerkosten ruwweg $\frac{1}{2}$ ct per plant, welke kosten kunnen worden verwaarloosd.

Figuur 13. Proef I. Verband tussen de lengte van het plantgoed en de opbrengst na 3, 6 of 9 weken oogsten.



Uit figuur 13 kan verder nog worden afgeleid dat door het beste plantgoed een voorsprong van ongeveer 3 weken werd verkregen. In de eerste 3 weken was de hoogste opbrengst 5 hg per plant terwijl de laagste 0,2 hg was, hetgeen betekent dat het slechtste plantgoed pas aan het einde van de 1^e oogstperiode met de productie begon. Het slechtste plantgoed leverde in de 4^e t/m 6^e week een opbrengst van 6 hg per plant; voor de desbetreffende planten waren het evenwel de eerste 3 weken van de oogstperiode.

Uit het verschil blijkt dat in 3 weken tijd vanaf de eerste pluk de slechtste planten meer produceerden dan de beste. Dit verschijnsel komt nog uitgesprokener naar voren bij een oogsttijd van de eerste 6 weken.

Het aangeduide verloop van de opbrengsten voert tot de enigszins merkwaardige conclusie dat de productiesnelheid van een tomatengewas groter werd bij een afnemende kwaliteit van het plantgoed. Waarschijnlijk moet dit worden toegeschreven aan de eerder genoemde verschuiving van de productie bij het slechte plantgoed naar een latere periode in het jaar met gunstigere omstandigheden. De productiesnelheid als "single value" is dus geen goede maatstaf voor het beoordelen van een stookteelt.

9.5 Conclusies

Bij het opkweken van tomatenplanten in de winter werden uiteenlopende potgrondmengsels gebruikt en 2 zaaidata toegepast, waarna het plantgoed werd gebruikt voor een teelt in een verwarmd warenhuis. De verkregen resultaten leidden tot de volgende conclusies.

1. Zowel een betere kwaliteit van de potgrond als een vroegere zaaidatum gaven een grotere plant; de potgrondsamenstelling was van meer belang naar gelang een grotere plant werd opgekweekt.
2. Bij de jonge tomatenplanten was de verse massa van de spruit zeer hoog en positief gecorreleerd met de droge stof, de lengte, het aantal bladeren groter dan 3 cm of de trosontwikkeling.
3. Een grotere plant gaf na het uitplanten een vroegere bloei, een hoger gewas, een groter aantal bloemen aan en een betere zetting van de 1^e tros.
4. Een grotere plant was vroeger en hoger in productie, of die grotere plant was verkregen door een betere potgrond of door vroeger zaaien was niet van belang.
5. De invloed van het plantgoed op de opbrengsten werkte hoofdzakelijk gedurende de eerste 6 weken van de oogstperiode.
6. Het verschil in opbrengst tussen het beste en het slechtste plantgoed bedroeg 1,3 kg per plant hetgeen resulteerde in netto f 2,-- per plant.

10.1 Overzicht

Ter verkrijging van een regelmatige verdeling binnen het traject van plantgoedeigenschappen als gevolg van variaties in potgrondkwaliteit werden bij deze proef over de koude teelt in een onverwarmd warenhuis verhoudingen aangehouden van 100, 40 en 10 vol.% goede potgrond.

Naast de variatie in potgrondkwaliteit werd de potgrootte bij het onderzoek betrokken. Uit de in 7.2 vermelde literatuur over de invloed van de potgrootte kan worden afgeleid dat een grotere pot bij de opweek een gunstig effect heeft op plantgoed en opbrengsten. Genoemde publicaties hebben echter betrekking op potten met een geringere inhoud dan $\frac{1}{2}$ l en geven dus geen uitsluitel over het effect van potten met grotere afmetingen. Bovendien ontbreken veelal mededelingen over de aard van de gebruikte potgrond terwijl in geen enkel geval de potgrootte werd gecombineerd met de kwaliteit van het substraat, teneinde na te gaan in hoeverre de interactie tussen potgrootte en potgrondkwaliteit van belang is.

Om deze redenen werd als 2^e factor in het onderzoek de potgrootte betrokken door gebruik te maken van perspotten met een grondvlak van 8 x 8 cm of van potten met een grondvlak van 10 x 10 cm. Van de 3 mengsels en de 2 potgrootten waren alle combinaties aanwezig zodat in het geheel 6 objecten in de proefneming waren opgenomen.

De opweekproef was opgezet volgens een gewarde blokkenproef met 5 parallellen. Aan het einde van de opweek werd van elk vak een monster van 16 planten getrok en ter bepaling van de plantgoedeigenschappen. Bij de teeltproef waren de 3 x 2 behandelingen neergelegd in een 6 x 5 Youden-schema zodat de gemiddelde opbrengst per object kon worden gecorrigeerd op standplaatseffecten (33). Per vak waren netto 16 planten aanwezig. Gezaaid werd op 1 februari 1962 en uitgeplant op 13 april.

10.2 Resultaten

10.2.1 Opweekproef

De na de opweek bepaalde plantgoedeigenschappen zijn in tabel 22 gerangschikt. Uit deze tabel blijkt dat de verse massa varieerde van 4 g tot bijna 20 g per plant. Een hoger gehalte aan goede potgrond, dus een betere kwaliteit van het mengsel, leverde een zwaardere plant terwijl een vergroting

Tabel 22. Proef II. Resultaten van de opweekproef, gemiddeld per plant

behandeling % goede potgrond	potgrootte	verse droge stof		lengte (cm)	bladeren > 3 cm (stuks)	trosontwikkeling(0-10)	
		massa (g)	(g)			1e tros	2e tros
100	8 x 8 cm	13,0	1,56	13,0	7,7	6,3	2,1
40		5,3	0,73	8,2	6,4	4,2	0,7
10		4,0	0,55	6,8	5,8	3,5	0,5
100	10 x 10 cm	19,6	2,06	15,0	8,3	6,5	2,6
40		9,5	1,14	10,1	7,3	5,5	1,4
10		5,2	0,66	7,7	6,3	3,6	0,6

van de perspot een soortgelijk effect had, hoewel minder groot. Verder had een hoger percentage goede potgrond bij de grote perspot een grotere invloed op de verse massa dan bij de kleinere perspot. De hoeveelheid droge stof per plant reageerde op overeenkomstige wijze.

Bij de andere eigenschappen wezen de hoofdeffecten in dezelfde richting. De interactie mengverhouding x potgrootte was bijna betrouwbaar ($P = 0,09$). ten aanzien van de 1^e trosontwikkeling, terwijl de resterende interacties niet betrouwbaar waren.

Uitgaande van de gegevens per groep van 16 planten zijn de berekende correlatiecoëfficiënten en regressievergelijkingen voor de verse massa en de overige plantgoedeigenschappen vermeld in tabel 23.

Tabel 23. Proef II. Verband tussen de verse massa in g per plant en de overige plantgoedeigenschappen

eigenschap (eenheden per plant)	correlatie- coëfficiënt	regressie- coëfficiënt	constante
droge stof (g)	+ 0,986	0,094	+ 0,23
lengte (cm)	+ 0,943	0,536	+ 5,09
bladeren > 3 cm (stuks)	+ 0,917	0,144	+ 5,61
ontwikkeling 1 ^e tros (0-10)	+ 0,855	0,218	+ 2,89
ontwikkeling 2 ^e tros (0-10)	+ 0,958	0,140	+ 0,01

$r_{0,01} = + 0,423$.

Meestal lagen de correlatiecoëfficiënten boven + 0,90 en alleen voor de verse massa en de 1^e trosontwikkeling was de correlatiecoëfficiënt iets kleiner. Vergeleken met de waarde voor $r_{0,01} = + 0,423$ waren alle correlatiecoëfficiënten bijzonder hoog. Achteraf bleek het verband tussen de verse massa en de 1^e trosontwikkeling een kromme te zijn waardoor de desbetreffende correlatiecoëfficiënt een onderschatting was van de werkelijke samenhang. Hetzelfde maar in een geringe mate gold voor het aantal bladeren, de lengte en voor de 2^e trosontwikkeling. Kromlijnigheid, die geldt voor het totale gebied, vormt ook de verklaring voor een soms tamelijk grote constante term in de vergelijking voor de lengte en in die voor het aantal bladeren groter dan 3 cm.

10.2.2 Gewaswaarnemingen tijdens de teelt

Deze waarnemingen bestonden uit bepalingen van het aantal bladeren onder de 1^e tros, de bloeidatum van de 1^e tros, de hoogte van het gewas en de datum van de eerste oogst (tabel 24).

Tabel 24. Proef II. Aantal bladeren beneden de 1^e tros, bloeidatum van de 1^e tros, hoogte van het gewas op 24 mei en datum van de 1^e oogst, gemiddeld per plant

behandeling		aantal bla- deren onder 1 ^e tros	bloei 1 ^e tros	hoogte (cm)	1 ^e oogst (juli)
% goede potgrond	potgrootte				
100	8 x 8 cm	5,7	22-4	142	5
40		6,8	30-4	127	7
10		6,5	5-5	117	8
100	10 x 10 cm	5,7	21-4	155	5
40		6,1	23-4	140	6
10		6,0	3-5	127	8

Het aantal bladeren onder de 1^e tros varieerde van 5,7 tot 6,8 en bedroeg gemiddeld voor de gehele proef 6,1 per plant; een betrouwbare invloed van de objecten was niet aanwezig. De bloei van de 1^e tros vond plaats in de periode eind april-begin mei. Door een afnemend percentage goede potgrond in het mengsel werd de bloei naar een latere datum verschoven met als maximale verschil 13 dagen bij de 8 x 8 cm perspot en 12 dagen bij de grotere pot. Het verschil in potgrootte veroorzaakte een gemiddelde bloeivervroeging van 3 dagen ten gunste van de grotere perspot.

Een verdere bewerking van de bloeigegevens toonde aan, dat de periode vanaf de eerste plant met een bloeiende 1^e tros totdat alle planten in bloei stonden, onafhankelijk van de verschillen in bloeidatum door de behandelingen, bijna 1 maand in beslag nam welke periode niet door de behandeling werd beïnvloed. De op 24 mei gemeten hoogte van het gewas liep uiteen van 117 tot 155 cm. Een hoger percentage goede potgrond in het mengsel gaf ook een hoger gewas waarbij het verschil tussen het beste en het slechtste mengsel gemiddeld 26 cm was. Door de grotere pot was het gewas gemiddeld 12 cm hoger.

De datum waarop gemiddeld voor de eerste maal werd geoogst, viel op z'n vroegst op 5 juli en wel bij de objecten met 100% goede potgrond. Een verlaging van deze fractie vertraagde de eerste pluk tot hooguit 8 juli. De potgrootte had geen invloed.

10.2.3 Opbrengsten

De gehele oogstduur werd onderverdeeld in de volgende tijdvakken : een periode van bijna 4 weken (tot en met 28 juli), een periode van bijna 7 weken (tot en met 18 augustus) en de totale oogstperiode welke bijna 9 weken in beslag nam. De opbrengsten zijn gecorrigeerd op standplaatsverschillen en vermeld in tabel 25.

Tabel 25. Proef II. Opbrengsten aan rijpe vruchten over verschillende perioden, gemiddeld per plant

behandeling		opbrengst (hg)		
% goede potgrond	potgrootte	4 weken	7 weken	9 weken
100	8 x 8 cm	6,1	15,5	22,0
40		3,5	11,8	19,0
10		2,8	10,0	17,7
100	10 x 10 cm	7,5	18,2	25,2
40		5,0	15,0	22,5
10		3,3	11,2	18,3

Bij een oogstperiode van 4 weken wisselde de opbrengst van 7,5 hg tot 2,8 hg per plant, terwijl zowel een hoger percentage goede potgrond als een grotere pot de opbrengst verhoogden. In dit tijdvak had het beste potgrondmengsel gemiddeld over de potgrootten een meeropbrengst van 127% ten opzichte van het slechtste mengsel en gaf de perspot van 10 x 10 cm gemiddeld een 29 % hogere opbrengst dan de kleinere perspot. Het effect van de samenstelling was dus sterker dan dat van de potgrootte. De interactie potgrond x potgrootte was niet betrouwbaar.

Na 7 weken oogsten bedroeg de hoogste opbrengst 18,2 hg en de laagste 10,0 hg per plant. De samenstelling en de potgrootte hadden een soortgelijke uitwerking als bij de oogstduur van 4 weken. Het uiterste verschil als gevolg van de variatie in potgrondsamenstelling was gemiddeld 6,2 hg per plant ofwel 58% van de laagste opbrengst. Het verschil door de potgrootte bedroeg gemiddeld 2,4 hg per plant wat neerkwam op een opbrengstverhoging van 19% door de grotere perspot. Hoewel in de loop van de tijd de absolute verschillen tussen de objecten toenamen, werden de percentages lager als gevolg van een sterkere stijging van het algehele opbrengstniveau. Uit de opbrengsten over 7 weken blijkt tevens dat het maximale mengseleffect bij de kleine perspot 5,5 hg per plant bedroeg tegenover 7,0 hg bij de grote perspot. Deze interactie was zeer betrouwbaar.

De totale opbrengst over 9 weken was maximaal 25,2 hg per plant en voor het slechtste object 7,5 hg lager. Het grootste verschil door een verandering in het percentage goede potgrond was gemiddeld 5,6 hg per plant en de gemiddelde invloed van de potgrootte 2,4 hg, zodat de invloeden van mengverhouding en potgrootte gehandhaafd bleven; de interactie was niet

significant.

10.3 Verband tussen plantgoed en opbrengst

Bij de berekeningen van de lineaire regressies tussen plantgoedeigenschappen en opbrengsten werd uitgegaan van de gemiddelden per object. De uitkomsten zijn in tabel 26 vermeld.

Tabel 26. Proef II. Opbrengsten over verschillende perioden als lineaire functies van de plantgoedeigenschappen

plantgoedeigenschap (eenheden per plant)	oogst- periode	opbrengst (hg per plant)		
		correlatie- coëfficiënt	regressie- coëfficiënt	constan- te
verse massa (g)	4 weken	+ 0,991	0,30	+ 1,8
droge stof (g)		+ 0,998	3,07	+ 1,2
lengte (cm)		+ 0,995	0,56	- 1,0
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,991	1,99	- 9,2
ontwikkeling 1 ^e tros (0-10)		+ 0,969	1,34	- 1,9
ontwikkeling 2 ^e tros (0-10)		+ 0,996	2,08	+ 1,9
verse massa (g)	7 weken	+ 0,969	0,51	+ 8,8
droge stof (g)		+ 0,976	5,41	+ 7,8
lengte (cm)		+ 0,968	0,93	+ 4,1
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,993	3,42	- 10,2
ontwikkeling 1 ^e tros (0-10)		+ 0,964	2,28	+ 2,3
ontwikkeling 2 ^e tros (0-10)		+ 0,969	3,47	+ 9,0
verse massa (g)	9 weken	+ 0,955	0,46	+ 16,4
droge stof (g)		+ 0,957	4,70	+ 15,5
lengte (cm)		+ 0,941	0,85	+ 12,2
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,973	3,12	- 1,0
ontwikkeling 1 ^e tros (0-10)		+ 0,944	2,08	+ 10,5
ontwikkeling 2 ^e tros (0-10)		+ 0,945	3,15	+ 16,6

$r_{0,01} = + 0,882$

Uit deze tabel blijkt dat de correlatiecoëfficiënten behorende bij de opbrengst over 4 weken meestal boven + 0,99 lagen en alleen bij de ontwikkeling van de 1^e tros de correlatiecoëfficiënt iets lager was. De gemiddelde correlatiecoëfficiënt bij de opbrengst over 7 weken bedroeg + 0,973. Voor de opbrengst over 9 weken was het gemiddelde van de correlatiecoëfficiënten $r = + 0,952$.

Over het algemeen was binnen een bepaalde oogstperiode de spreiding in correlatiecoëfficiënt gering. Hoewel in de loop van de oogstduur de correlatiecoëfficiënten daalden, waren deze verminderingen dermate klein dat ook bij de totale opbrengst de 99% betrouwbaarheidsgrens nog ruimschoots werd bereikt.

In vergelijkingen waarin de opbrengsten over 4 weken als functies van de plantgoedeigenschappen zijn gegeven, varieerden de regressiecoëfficiënten van 0,30 tot 3,07 terwijl ook de constante termen een grote verscheidenheid vertoonden.

Bij de opbrengsten over 7 weken hadden in overeenkomstige vergelijkingen de regressiecoëfficiënten een hogere waarde en evenzo veelal de constante termen. Een uitzondering vormde de constante in de vergelijking waarin het aantal bladeren was opgenomen.

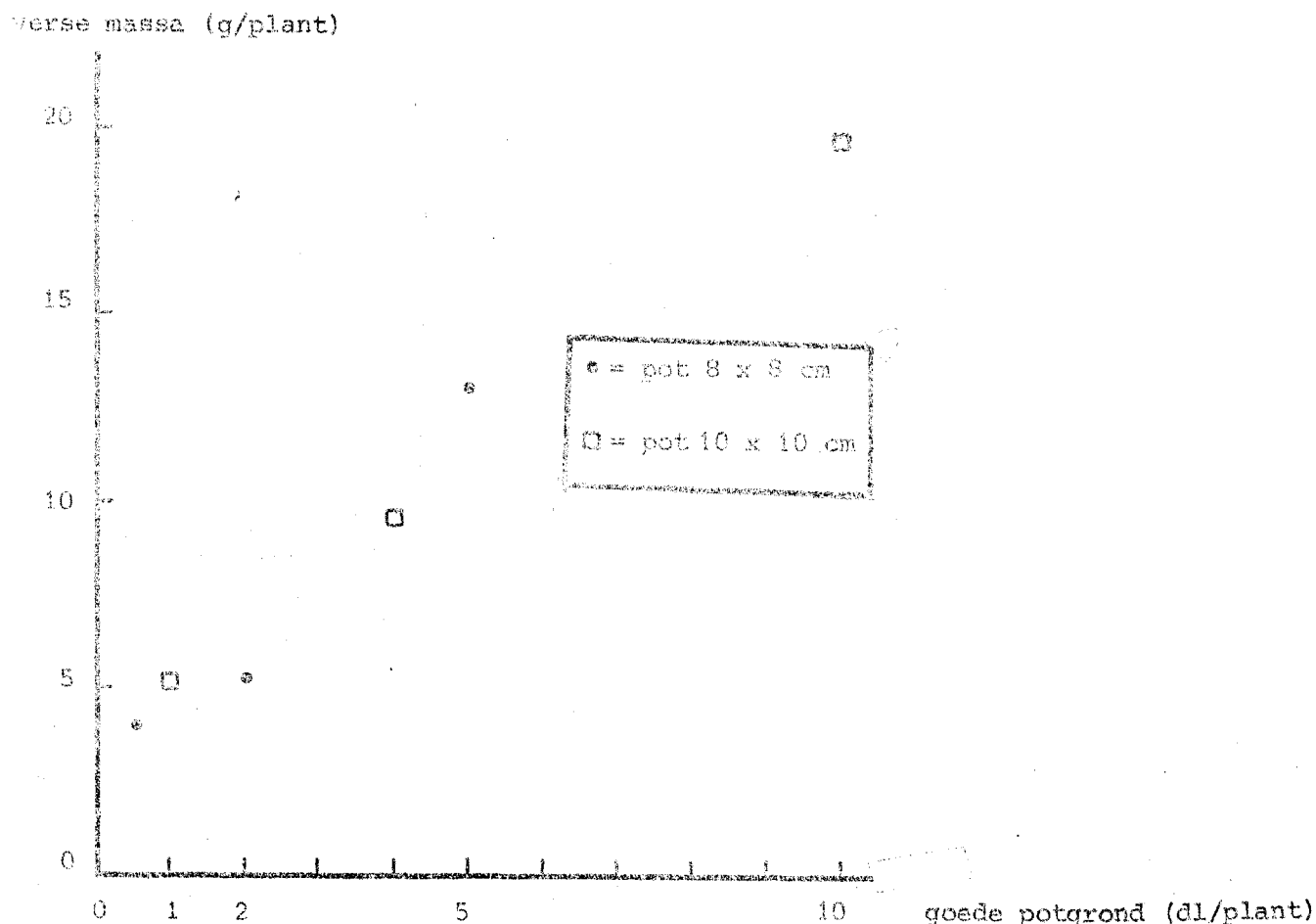
In de vergelijkingen voor de opbrengst over 9 weken waren de regressiecoëfficiënten wat lager terwijl de constante termen een verdere stijging vertoonden.

10.4 Bespreking

Bij de opkweek kwam naar voren dat een betere kwaliteit van het mengsel een zwaardere plant leverde, wat overeenstemt met de voorgaande resultaten. Dat de perspot van 10 x 10 cm een zwaardere plant gaf dan de pot van 8 x 8 cm betekende een verhoging van de grens volgens eerder aangehaalde literatuur. Overigens kon als gevolg van de interactie mengverhouding x potgrootte de invloed van de potgrootte niet losgemaakt worden van de potgrondkwaliteit. Deze interactie kwam hier op neer, dat de potgrootte een maximaal effect had bij het beste mengsel terwijl een vermindering van de potgrondkwaliteit ook een vermindering van de invloed van de potgrootte met zich mee bracht zodanig dat bij de slechtste samenstelling van het substraat een grotere pot het plantgewicht maar weinig verhoogde.

De praktische consequentie is dat het overgaan op een grotere pot alleen zinvol is bij een goede kwaliteit van de potgrond. Hoewel de inhoud van de gebruikte perspotten niet nauwkeurig bekend was, mag worden aangenomen dat de 8 x 8 cm pot ongeveer 1 l grond bevatte en de grotere pot 1 l. De onderstellingen gevoegd bij de gegevens over de samenstelling van de mengsels verschaften de mogelijkheid om te berekenen hoeveel goede potgrond per tomatenplant beschikbaar was. De hoeveelheden en de bijbehorende gewichten aan verse massa zijn in figuur 14 weergegeven.

Figuur 14. Proef II. Verse massa van het plantgoed in verband met de beschikbare hoeveelheid goede potgrond in het mengsel



Uit die figuur blijkt het verband tussen de twee variabelen. De intercept, aangevende de hoeveelheid verse massa welke uitsluitend door het slechte veen werd geproduceerd, bedroeg ongeveer 3 g per plant. Daar zelfs de slechte potgrond nog enige groei mogelijk maakte, mag worden aangenomen dat een grotere hoeveelheid slechte grond per plant een wat hoger gewicht aan verse massa zou geven. Theoretisch zouden er derhalve 2 regressies moeten zijn en wel voor elke potgrootte één. Het verschil was echter zo gering dat kan worden volstaan met 1 lineaire functie. Wanneer aan de hand van deze functie de *hoeveelheid* goede potgrond wordt omgerekend tot een *percentage*, zullen bij 2 potgroottes ook 2 formules ontstaan met verschillende richtingscoëfficiënten. De interactie mengsel x potgrootte ten aanzien van de verse massa van de plant werd dus veroorzaakt door de wijze waarop de samenstelling van de potgrondmengsels was weergegeven.

Uit het verband tussen de verse massa en de hoeveelheid droge stof kan worden afgeleid, dat het gehalte aan droge stof tamelijk hoog was en lager werd naarmate het plantgewicht toenam.

In de vergelijkingen voor de lengte, het aantal bladeren en de 1^e trosontwikkeling waren de constante termen tamelijk groot en hoewel de hoge correlatiecoëfficiënten wijzen op een sterk lineair verband was in feite elk verband een kromme.

De samenstelling van de potgrond en de potgrootte had geen betrouwbare invloed op het aantal bladeren beneden de 1^e tros zodat een verandering in groei van de plant als gevolg van bodemkundige variaties geen effect had op de trospositie. Dit dus in tegenstelling met klimatologische factoren als licht en temperatuur (31, 49, 63). Gelet op de getallen voor de trosontwikkeling in tabel 27 werd de trossaanleg door een slechtere groei naar de tijd gerekend wel vertraagd.

Het percentage goede potgrond en de potgrootte hadden een positief effect op de bloei van de 1^e tros, de hoogte van de plant en de 1^e plukdatum, zodat een betere groei van de plant tijdens de opkweek werd gevolgd door een betere stand van het gewas.

Een vergelijking tussen de data voor de bloei van de 1^e tros en de 1^e pluk laat zien dat in het eerste geval de spreiding groter was. Een dergelijk verschijnsel werd ook door VERKERK c.s. (113) geconstateerd en toegeschreven aan het feit dat de omstandigheden tijdens de bloei ongunstig waren dan gedurende de vruchtvorming.

Echter moet er rekening mee worden gehouden dat de bloeidatum is gedefinieerd als het moment waarop 50% van de planten in bloei stonden terwijl de datum van de 1^e oogst betrekking had op het gemiddelde van de data waarop voor de eerste maal per vak werd geplukt. Beide waarnemingen zijn dus niet volkomen vergelijkbaar.

Uit de oogstgegevens blijkt dat de opbrengsten werden verhoogd door tijdens de opkweek een grotere perspot te gebruiken. Dit resultaat komt overeen met andere onderzoeken (65, 69, 73, 76).

Hoewel voor de opkweekproef de interactie mengsel x potgrootte ten aanzien van verse massa en droge stof betrouwbaar was, kwam deze interactie in de opbrengsten alleen tot uiting

bij een oogstperiode van 7 weken. Dat de interactie voor de opbrengsten over 4 weken niet betrouwbaar was ($P = 0,15$) moet worden toegeschreven aan een laag opbrengstniveau tezamen met een hoge toevalsvariantie. Bij de oogstperiode van 9 weken traden binnen het proefveld als gevolg van toevallige factoren grote afwijkingen op, waardoor de toevalsvariantie sterk toenam en de variatiecoëfficiënt bij 9 weken oogsten nog groter was dan bij 7 weken. Deze verschijnselen hadden een ongunstige invloed bij het toetsen van de interactie.

Wanneer de opbrengsten worden vergeleken met die van de voorgaande proef valt het op dat in dit onderzoek de oogsten niet groot waren. Vooral na 7 weken waren de opbrengsten aan de lage kant. De oorzaak daarvan was gelegen in het slechte weer tijdens de zomer van 1962 waardoor over de gehele linie de productie van tomaten in onverwarde warenhuizen nadelig werd beïnvloed (14).

Met behulp van lineaire regressievergelijkingen konden de opbrengsten zeer betrouwbaar uit de plantgoedeigenschappen worden geschat. Wel vertoonden de correlatiecoëfficiënten een daling naar gelang de lengte van de oogstperiode toenam maar deze daling was niet groot. Daarbij moet in het oog worden gehouden dat bij deze proef de correlatieberekeningen op de gecorrigeerde gemiddelden waren gebaseerd. Werd gebruik gemaakt van de afzonderlijke waarnemingen per vak, dan waren de correlatiecoëfficiënten tussen de plantgoedeigenschappen en de opbrengsten over 9 weken globaal $+ 0,50$.

In dat geval werd door toevallige proefveldafwijkingen het verband tussen plantgoed en opbrengsten sterk gestoord. Uit de vergelijkingen voor de opbrengsten over verschillende perioden blijkt dat met een toenemende oogstduur van 4 naar 7 weken bij overeenkomstige eigenschappen van het plantgoed de regressiecoëfficiënten en de constante termen groter werden. De verhoging van de regressiecoëfficiënten duidde op een blijvende invloed van het plantmateriaal op de opbrengsten gedurende de 5^e t/m 7^e week. Gezien de enigszins lagere regressiecoëfficiënten in de vergelijkingen voor de opbrengsten over 9 weken was de invloed na de 7^e week niet meer aantoonbaar. Dat het plantgoed gedurende een periode van 7 weken oogsten van invloed was op de productie stemt tamelijk goed overeen met de resultaten van proef I.

Daar het aantal bladeren onder de 1^e tros niet werd beïnvloed door de opkweekbehandelingen, was er ook geen verband tussen deze eigenschap en de bloeidatum, de datum van de 1^e oogst of de opbrengsten. Door GERMING (49) werd geconstateerd dat na variaties in de belichting tijdens de opkweek de bloei- en rijpingsdatum van de 1^e tros later waren naarmate het aantal bladeren onder deze tros groter was, terwijl tussen het aantal bladeren onder de 1^e tros en de hoeveelheid droge stof per plant een negatieve correlatie optrad. Het is echter ook mogelijk een positieve correlatie te verkrijgen door tijdens de opkweek de temperatuur te wisselen (31, 63).

Het verband tussen de droge stof van de jonge tomatenplant en de latere opbrengst van het gewas brengt met zich mee dat bij een veranderlijke belichting of temperatuur de correlatie tussen trospositie en opbrengst duidt op een statistisch verband en geen causaliteit is.

10.5 Conclusies

Het onderzoek naar de invloed van verschillen in potgrondkwaliteit en in potgrootte op het plantgoed en op de resultaten van een normale teelt in een onverwarmd warenhuis leverde de volgende uitkomsten :

1. Een betere samenstelling van het potgrondmengsel en een vergroting van de perspot van 8 x 8 cm naar 10 x 10 cm verhoogden het plantgewicht; het mengseleffect was sterker dan de invloed van de potgrootte.
2. Een grotere pot verhoogde bij het slechtste mengsel het plantgewicht maar weinig, doch leverde een beter resultaat naarmate de kwaliteit van de potgrond beter werd.
3. De verse massa van de jonge tomatenplant stond in nauw verband met de droge stof, de lengte, het aantal bladeren groter dan 3 cm, de 1^e trosontwikkeling of de 2^e trosontwikkeling.
4. Een zwaardere plant gaf na het uitplanten een vroegere bloei en een hoger gewas maar niet altijd een vroegere 1^e oogstdatum.
5. Een grotere plant leverde een hogere opbrengst. De manier waarop een grotere plant was verkregen, namelijk door een betere potgrondkwaliteit of door een grotere perspot, had in dit opzicht geen betekenis.
6. Het plantgoed beïnvloedde de opbrengsten gedurende de eerste 7 weken van de oogstperiode.

11 PLANTGOED BIJ EEN LATE KOUDE TEËLT (PROEF III)

11.1 *Overzicht*

Bij de plaatsing van perspotten direct op de kasgrond treedt in de regel enige tijd na het oppotten een doorworteling van de ondergrond op. Als aan het einde van de opkweek de plant met perskluit wordt opgenomen voor transport naar de definitieve groeiplaats gaat dit gepaard met het stuktrekken van de in de ondergrond doorgedrongen wortels. Deze wortelbeschadiging kan een verminderde groei (13, 106) en een verhoogde aantasting door pathogene bodemorganismen veroorzaken (110) waardoor de opbrengst ongunstig wordt beïnvloed.

Het effect van zo'n wortelbeschadiging werd in dit onderzoek nagegaan door 1 object op te nemen waarbij de perspotten op de kasgrond waren geplaatst; het mengsel bestond uit 100% goede potgrond.

De andere mengsels bevatten 100, 40, 25 of 10 volume % goede potgrond, terwijl de betrokken perspotten op rietmatten waren neergezet.

Het zaaien vond plaats op 5 april 1961. Tijdens de opkweek trad door zon- en scherp weer een meer dan normale uitdroging van de potkluiten op waartegen niet altijd voldoende maatregelen konden worden getroffen. Bij de perspotten op de kasgrond was de vochtige ondergrond doorworteld zodat de betreffende planten een grotere voorraad water ter beschikking hadden en minder van de droogte hebben geleden dan de planten van de overige objecten.

Voordat op 25 mei 1961 tot uitplanten werd overgegaan, werd elk object onderverdeeld in 5 groepen en van elke groep een monster getrokken van 8 planten ter bepaling van de gewaseigenschappen.

De rest werd in een onverwarmd warenhuis geplant volgens een 5 x 5 latijns vierkant met 20 planten per vak.

11.2 *Resultaten*11.2.1 Opkweekproef

De aan het einde van de opkweek verkregen uitkomsten zijn in tabel 27 vermeld. De potten op de kasgrond gaven 41,3 g verse massa per plant terwijl bij een overeenkomstige potgrondsamenstelling met de perspotten op rietmatten slechts 20,5 g werd bereikt. Een afnemend percentage goede potgrond bij de plaatsing op de rietmatten gaf een verdere vermindering van de verse massa totdat bij 10% goede potgrond in het mengsel met 5,5 g per plant het laagste gewicht werd bereikt.

Tabel 27. Proef III. Resultaten van de opkweekproef, gemiddeld per plant.

behandeling		verse	droge	lengte	bladeren	trosontwikkeling	
% goede	plaatsing	massa	stof		> 3 cm	(0 - 10)	
potgrond	op	(g)	(g)	(cm)	(stuks)	1 ^e tros	2 ^e tros
100	kasgrond	41,3	3,88	25,3	9,3	8,5	4,9
100	rietmat	20,5	2,55	15,2	7,8	7,8	4,0
40	rietmat	12,7	1,75	12,3	7,0	6,9	2,4
25	rietmat	8,8	1,26	9,0	6,8	5,9	1,7
10	rietmat	5,5	0,77	6,8	5,8	4,5	0,9

Voor de andere eigenschappen werd hetzelfde gevonden namelijk de hoogste waarde bij het object met de potten op de kasgrond en afnemende getallen bij een verlaging van het aandeel goede potgrond.

Bij de rechtlijnige regressie tussen de verse massa en de overige plantgoedeigenschappen werd uitgegaan van de waarnemingsparen per groep van 8 planten. De resultaten zijn vermeld in tabel 28 waaruit blijkt dat de correlatiecoëfficiënten positief en zeer hoog waren. De regressiecoëfficiënten waren kleiner dan 0,1 met uitzondering van de vergelijking voor de lengte en de verse massa, die een regressiecoëfficiënt van 0,475 had. De constante termen waren positief en meestal van een aanzienlijke grootte. Dit werd veroorzaakt doordat in feite het verband een kromme was.

Tabel 28. Proef III. Verband tussen de verse massa in g per plant en de andere plantgoedeigenschappen

eigenschap (eenheden per plant)	correlatie-coëfficiënt	regressie-coëfficiënt	constante
droge stof (g)	+ 0,990	0,083	+ 0,56
lengte (cm)	+ 0,983	0,475	+ 5,24
bladeren > 3 cm (stuks)	+ 0,924	0,081	+ 5,95
ontwikkeling 1 ^e tros (0-10)	+ 0,813	0,086	+ 5,18
ontwikkeling 2 ^e tros (0-10)	+ 0,852	0,095	+ 1,11
$r_{0,01} = + 0,462$			

11.2.2 Gewaswaarnemingen tijdens de teelt

Gedurende de teelt werden gegevens over het gewas verzameld die in tabel 29 zijn samengevat.

Tabel 29. Proef III. Bloeidatum van de 1^e tros, kwaliteitsbeoordeling van de 2^e tros op 6 juli, hoogte van het gewas op 20 juli en datum van de 1^e oogst, gemiddeld per plant

behandeling	bloei 1 ^e tros	kwaliteit 1e tros		aantal slecht gezette bloemen	hoogte (cm)	1 ^e oogst (augustus)
		totaal aantal bloemen	goed gezette bloemen			
% goede plaat-sing op potgrond			aantal % van totaal			
100 kasgrond	29/5	8,7	6,5 75	0,3	150	1
100 rietmat	29/5	8,1	5,5 68	0,4	145	2
40 rietmat	2/6	8,3	5,6 67	0,3	137	3
25 rietmat	6/6	7,9	5,4 68	0,2	132	6
10 rietmat	9/6	7,5	4,9 65	0,1	128	9

De gemiddelde bloeidatum van de 1^e tros viel het vroegst op 29 mei voor de objecten met 100% goede potgrond waarbij de plaatsing op kasgrond of rietmat van geen belang was. Verder blijkt dat hoe lager het percentage goede potgrond in het mengsel was, des te later de 1^e tros begon te bloeien met als maximale verschil 11 dagen.

Wanneer de gemiddelde bloeidatum als de datum nul werd genomen, leverde het percentage bloeiende planten uitgezet tegen de relatieve tijd een S-vormige kromme zoals in figuur 12.

Deze kromme had een spreiding van ongeveer 2 weken, dat is dus de duur van de periode vanaf het moment dat de eerste plant bloeide totdat alle planten de 1^e tros in bloei hadden onafhankelijk van de behandelingseffecten.

Een bepaling van de kwaliteit van de 1^e trös vond plaats op 6 juli.

Uit de tellingen volgt, dat het totale aantal bloemen varieerde van 7,5 - 8,7 gemiddeld per tros. Het plaatsen van de perspotten op de kasgrond leverde meer bloemen op dan de opstelling op rietmatten; een verlaging van de fractie goede potgrond ging samen met een vermindering van het totale aantal bloemen.

Het aantal goed gezette bloemen volgde eenzelfde lijn maar dan nog uitgesprokener zodat het percentage ten opzichte van het totaal terugliep van 75% naar 65%.

Het aantal slecht gezette bloemen wisselde maar weinig, de verschillen binnen deze kolom waren niet statistisch betrouwbaar.

De hoogte van de planten werd gemeten op 20 juli en bedroeg maximaal 150 cm en wel bij het object met het beste mengsel direct op de kasgrond. De plaatsing op rietmatten werkte ongunstig. Bij de overige behandelingen was de hoogte evenredig met de kwaliteit van het mengsel.

Uit de data voor de 1^e oogst kan worden afgeleid, dat deze op zijn vroegst plaatsvond op 1 augustus en een soortgelijk verloop vertoonde als de hoogte. Het grootste verschil bedroeg 8 dagen.

11.2.3 Opbrengsten

Ten aanzien van de oogstduur werden 3 perioden onderscheiden en wel 3 weken (t/m 19 augustus), 6 weken (t/m 9 september) en 13 weken (t/m 28 oktober). De opbrengsten zijn in tabel 30 gegeven.

Tabel 30. Proef III. Opbrengsten aan rijpe vruchten over verschillende perioden, gemiddeld per plant

behandeling	plaatsing op	opbrengst (hg)		
		3 weken	6 weken	13 weken
% goede potgrond				
100	kasgrond	5,3	14,6	29,2
100	rietmat	3,7	12,1	28,8
40	rietmat	2,5	9,9	26,1
25	rietmat	2,2	8,2	23,2
10	rietmat	1,4	5,9	23,0

In de periode van 3 weken liepen de opbrengsten uiteen van 5,3 tot 1,4 hg per plant. De maximale opbrengstdepressie ten opzichte van het beste object bedroeg 74%, een hoge waarde als gevolg van het nog lage opbrengstniveau.

Na 6 weken was de hoogste opbrengst 14,6 hg en de laagste 5,9 hg per plant. Uit de getallen blijkt dat de objectinvloeden in principe dezelfde bleven, alleen waren de verschillen in absolute grootte toegenomen. Door de sterkere stijging van het niveau werden de verschillen relatief wel wat minder maar de maximale opbrengstderving bedroeg altijd nog 60%.

De opbrengsten over 13 weken varieerden van 29,2 tot 23,0 hg per plant. Het maximale verschil tussen de objecten was kleiner geworden doch niettemin was de maximale opbrengstdepressie 21%, wat een aanzienlijke waarde is.

11.3 Verband tussen plantgoed en opbrengsten

Aan de opbrengsten en de bijbehorende plantgoedeigenschappen werd een lineaire regressie-analyse uitgevoerd. Daarbij werd uitgegaan van de afzonderlijke waarnemingen per vak nadat de opbrengsten waren gecorrigeerd op rij- en kolominvloeden. De resultaten zijn in tabel 31 vermeld.

Tabel 31. Proef III. Opbrengsten over verschillende perioden als lineaire functies van de plantgoedeigenschappen

plantgoedeigenschap (eenheden per plant)	oogst- periode	opbrengsten (hg per plant)		
		correlatie- coëfficiënt	regressie- coëfficiënt	constante
verse massa (g)	3 weken	+ 0,913	0,10	+ 1,2
droge stof (g)		+ 0,946	1,24	+ 0,5
lengte (cm)		+ 0,936	0,21	+ 0,1
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,919	1,16	- 5,6
1 ^e trosontwikkeling (0-10)		+ 0,871	0,91	- 3,1
2 ^e trosontwikkeling (0-10)		+ 0,903	0,89	+ 0,5
verse massa (g)	6 weken	+ 0,869	0,20	+ 6,6
droge stof (g)		+ 0,935	2,58	+ 4,9
lengte (cm)		+ 0,922	0,44	+ 4,1
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,918	2,43	- 7,8
1 ^e trosontwikkeling (0-10)		+ 0,935	2,05	- 3,6
2 ^e trosontwikkeling (0-10)		+ 0,935	1,93	+ 4,7
verse massa (g)	13 weken	+ 0,731	0,16	+ 23,1
droge stof (g)		+ 0,796	2,14	+ 21,7
lengte (cm)		+ 0,783	0,36	+ 21,1
bladeren > 3 cm (stuks)		+ 0,763	1,97	+ 11,5
1 ^e trosontwikkeling (0-10)		+ 0,820	1,75	+ 14,3
2 ^e trosontwikkeling		+ 0,843	1,69	+ 21,3
$r_{0,01} = + 0,462$				

Na 3 weken oogsten lagen bijna alle correlatiecoëfficiënten boven + 0,90 zodat de correlaties tussen plantgoed en opbrengst zeer betrouwbaar waren. De hoogste correlatiecoëfficiënt werd voor de droge stof berekend, dan volgde de lengte terwijl de 1^e trosontwikkeling op de laatste plaats kwam. De regressiecoëfficiënten liepen uiteen van 0,10 tot 1,24 als gevolg van niveauverschillen tussen de eigenschappen. De constante termen waren klein, uitgezonderd in de vergelijkingen waarin het aantal bladeren of de 1^e trosontwikkeling voorkwamen. In deze gevallen waren de laagste waarden voor de eigenschappen tamelijk groot met daar tegenover geringe bijbehorende opbrengsten.

Bij een verlenging van de oogstperiode tot 6 weken waren de correlatiecoëfficiënten van dezelfde grootte, zij het dat in de volgorde veranderingen optraden.

Alleen de correlatiecoëfficiënt voor de opbrengst op het aantal bladeren was gelijk gebleven maar die op de verse massa, de droge stof of de lengte waren gedaald. Daarentegen waren ten aanzien van de 1^e en 2^e trosontwikkeling de correlatiecoëfficiënten gestegen. De regressiecoëfficiënten waren ten opzichte van de 3-wekelijkse oogstperiode gestegen en over de gehele linie ongeveer 2 x zo groot. De constante termen waren eveneens groter behalve in de vergelijkingen met het aantal bladeren en de 1^e trosontwikkeling wat moet worden toegeschreven aan het eerdergenoemde traject voor deze eigenschappen.

Na 13 weken oogsten waren de correlatiecoëfficiënten gedaald. De opbrengst correleerde het sterkst met de 2^e trosontwikkeling en het zwakst met de verse massa, echter waren alle correlatiecoëfficiënten dermate hoog dat de regressievergelijkingen zeer betrouwbaar waren. De regressiecoëfficiënten waren wat lager dan bij de vorige oogstperiode, de constante termen vertoonden evenwel een aanzienlijke stijging.

11.4 *Bespreking*

Het onderzoek had betrekking op de teelt in een onverwarmd warenhuis met als plantdatum 25 mei. Daar gewoonlijk voor een dergelijke teelt eind maart - begin april wordt geplant, was deze proef zeer verlaat ten opzichte van de normale koude teelt. Dit leidde ertoe, dat bij de opkweek enige moeilijkheden optraden in verband met de watervoorziening van de planten.

De sterkere uitdroging van de planten op de rietmatten kwam tevens tot uiting in het *gehalte* aan droge stof, te berekenen uit de regressievergelijking van de droge stof op de verse massa. Voor de op de kasgrond geplaatste planten bedroeg dit gehalte gemiddeld 9½% tegenover 13% gemiddeld bij de overige objecten.

Onder normale praktijkomstandigheden met een opkweekperiode (veel) vroeger in het seizoen komen dergelijke omstandigheden niet voor, zodat het plaatsen van perspotten op rietmatten in de winter een minder ongunstig effect heeft ten opzichte van de meer gebruikelijke methoden, waarbij de potten direct op de kasgrond worden gezet of op een laagje losgestorte potgrond.

Het nauwe verband van de verse massa met de lengte, het aantal bladeren of de 1^e trosontwikkeling stemt overeen met de resultaten in tabel 18. De regressiecoëfficiënten zijn echter kleiner, terwijl daarentegen de constante termen groter zijn wat moet worden toegeschreven aan de grotere planten in deze proef daar immers al eerder is gebleken dat de verse massa meer toeneemt dan de lengte, het aantal bladeren, of de trosontwikkeling.

Een spreiding in bloeidatum voor de afzonderlijke planten onafhankelijk van de behandelingen van ongeveer 2 weken was even lang als die bij de late objecten in de proef over een stookteelt (9.2.2.) zodat een verdere verschuiving in de loop van het seizoen niet leidde tot een verkorting.

De gemiddelde bloeidatum van de 1^e tros verliep evenredig met de plantgrootte behalve bij de planten op de kasgrond, die gelijk bloeiden met de planten in 100% goede potgrond op rietmatten. Dit is merkwaardig daar de planten op de kasgrond bij het uitplanten een hoger gewicht hadden en ook een significant hoger getal voor de

Ontwikkeling van de 1^e tros, wel een betere kwaliteit van de 1^e tros leverden en op een bepaald moment een hoger gewas gaven. Ook begon ondanks een gelijke bloeidatum de oogst van de planten opgekweekt in perspotten op de kasgrond vroeger.

De grootte van de oogst werd beïnvloed door de behandelingen tijdens de opkweek welk proces verliep via het plantgoed, wat blijkt uit de verbanden tussen de plantgoedeigenschappen en de opbrengsten. Bij een bepaalde eigenschap was de correlatiecoëfficiënt veelal lager naarmate de lengte van de oogstduur toenam. Dit werd ook in de andere proeven geconstateerd. Een uitzondering vormden de 1^e en de 2^e trosontwikkeling die sterker met de opbrengst over 6 weken correleerden dan met de opbrengst over 3 weken. In deze gevallen bleek het verband met de opbrengst over 3 weken niet lineair te zijn maar een 2^e graads kromme met een minimum. Voor de opbrengsten over 6 weken was het verband daarentegen wel nagenoeg lineair. De verhoging van de correlatiecoëfficiënten moet derhalve worden toegeschreven aan de veranderde aard van het verband.

De correlatiecoëfficiënten van de opbrengst over 3 en 6 weken op de plantgoedeigenschappen ontliepen maar weinig de overeenkomstige coëfficiënten die uit de eerste proef werden berekend, terwijl men lagere zou verwachten. Tegenover de gemiddelden per behandeling werd bij deze proef namelijk uitgegaan van de afzonderlijke vakken zij het dat de opbrengsten werden gecorrigeerd op rij- en kolomeffecten. Deze effecten waren echter gering waardoor de correcties geen grote omvang hadden. Vandaar dat de betreffende correlatiecoëfficiënten in deze proef hoog mogen worden genoemd. Dit blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat voor de lengte van het plantgoed en de opbrengst over 6 weken $r = +0,922$ was, hetwelk wil zeggen dat 85% van de spreiding in opbrengsten na 6 weken oogsten werd verklaard door de lengte van de jonge tomatenplanten ten tijde van het uitplanten. Dus een overheersend effect van het plantgoed.

Na 13 weken oogsten waren de correlatiecoëfficiënten aanmerkelijk verminderd en lager dan in de eerste proef voor de totale opbrengst, waarbij er echter rekening mee moet worden gehouden dat bij deze proef het plukken 4 weken langer werd doorgezet. Volgens de cumulatieve opbrengstkrommen trad onder invloed van de behandelingen het grootste opbrengstverschil op nadat 6 weken was geoogst. Dit komt ook tot uiting in de regressiecoëfficiënten die voor die periode de hoogste waarden bereikten. De bij het uitplanten aanwezige verschillen in plantgoed hadden dus een nawerking die duurde totdat 6 weken was geoogst.

Uit de regressievergelijkingen voor de opbrengsten over 6 en 13 weken blijkt, dat er weinig variatie is in het verschil tussen de constante termen in de vergelijkingen met eenzelfde plantgoedeigenschap. Dit duidt eveneens op een afwezigheid van het plantgoedeffect nadat 6 weken was geoogst.

De vergelijkingen voor de opbrengsten na 6 en 13 weken laten tevens zien dat de regressiecoëfficiënten wat lager werden bij een toenemende oogstperiode. Dit bleek te worden veroorzaakt door een achterblijven van de opbrengsten uit het beste plantgoed. Mogelijk begonnen bij dit object andere groeifactoren limiterend te worden. Dat alsnog een invloed van de plaatsing van de pers-

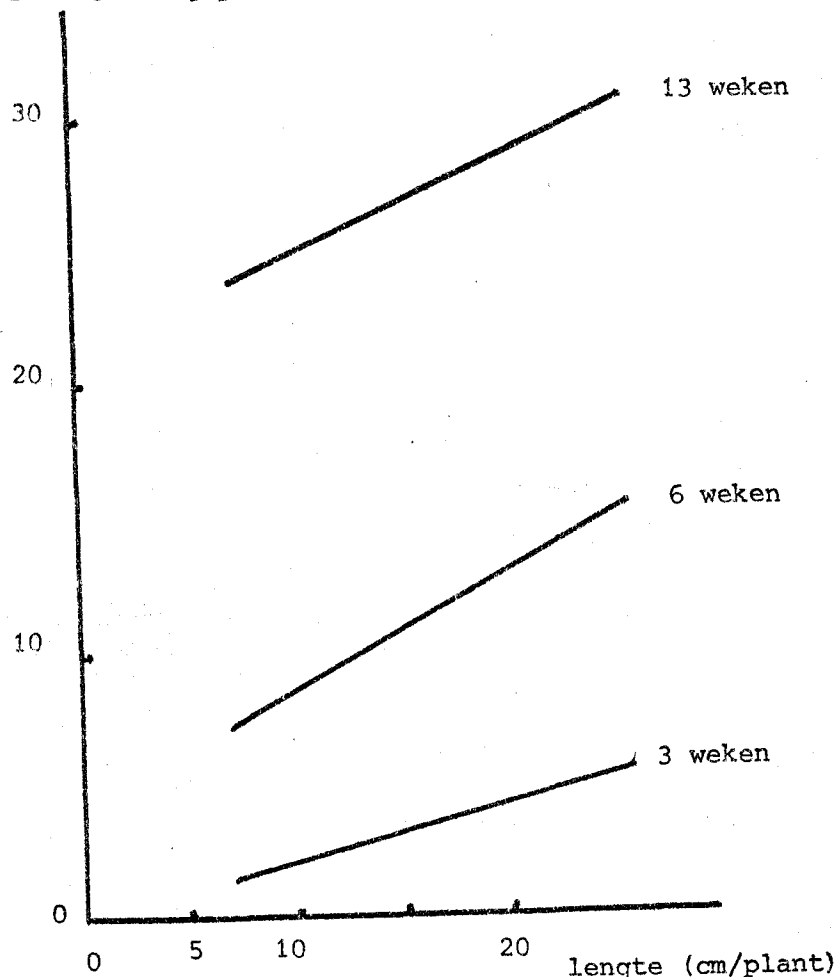
potten op de kasgrond en de daaraan verbonden wortelbeschadiging begon op te treden, is gezien het late stadium in de teelt onwaarschijnlijk.

Het effect van die plaatsing op de kasgrond op de opbrengsten over kortere oogstperioden is moeilijk na te gaan daar het verschil in plaatsing is gekoppeld aan een groot verschil in plantgoed. De hoge correlatiecoëfficiënten voor de opbrengsten over 3 en 6 weken wijzen erop dat een specifieke invloed van de ondergrond zo aanwezig dan toch in ieder geval maar gering is geweest. Ook een grafische bewerking gaf niet de indruk dat plaatsing van de perspotten direct op de kasgrond, afgezien van het plantgoedeffect in zijn algemeenheid, een bijzondere invloed met zich mee bracht. Misschien was dit mede toe te schrijven aan de gunstige omstandigheden tijdens de teelt, met name de hogere grondtemperaturen (110).

Aangaande dit object moet nog worden opgemerkt, dat het plantgoed in het mengsel met 100% goede kasgrond een hogere opbrengst over 3 of 6 weken gaf dan het plantgoed in hetzelfde mengsel op de rietmatten, terwijl er geen verschil was in gemiddelde bloeidatum. Bij deze objecten gaf dus de gemiddelde bloeidatum geen aanwijzing voor de vroege opbrengst in tegenstelling tot andere onderzoeken (49, 112, 113).

Figuur 15. Proef III. Verband tussen de lengte van het plantgoed en de opbrengst na 3, 6 of 13 weken oogsten

opbrengst (hg/plant)



Om een indruk te krijgen van de productiesnelheid bij de diverse objecten werd in figuur 15 het verband tussen de opbrengsten over verschillende perioden en de lengte van het plantgoed afgebeeld. Volgens deze figuur had het beste plantgoed na 3 weken een opbrengst van ruim 5 hg per plant terwijl het verschil in intercept na 6 en 3 weken 4,2 hg per plant bedroeg welke hoeveelheid mag worden opgevat als zijnde de opbrengst van zeer slecht plantgoed gedurende de eerste 3 weken oogsten. De iets hogere productie over 3 weken van het beste plantgoed wekt de indruk dat in het begin de productiesnelheid wat hoger was bij het betere plantgoed. Al was dit onderscheid dan niet opvallend, toch trad een andere reactie op dan in de 1^e proef met een grotere productiesnelheid bij het slechtere plantgoed. Bij deze proef vond de teelt plaats in het late voorjaar en in de zomer zodat een toeneming van de lichtduur en van de lichtsterkte weinig invloed op de productie hebben gehad daar deze factoren al optimaal waren. Derhalve gingen horizontale verschuivingen van de opbrengstkrommen als functies van de tijd niet samen met belangrijke veranderingen van het milieu en bleef de productiesnelheid nagenoeg ongewijzigd.

11.5 Concllusies

Bij het opkweken van tomatenplanten in april en mei werden verschillende potgrondmengsels gebruikt terwijl de perspotten of direct op de kasgrond stonden of op rietmatten. Daarna werd met het plantmateriaal een late teelt in een onverwarmd warenhuis uitgevoerd. Het onderzoek voerde tot de volgende conclusies.

1. Een betere potgrondsamenstelling leverde een grotere plant terwijl het plaatsen op rietmatten van de perspotten ongunstig was ten opzichte van het neerzetten op de kasgrond.
2. De verse massa van de jonge tomatenplant was sterk gecorreleerd met de droge stof, de lengte, het aantal bladeren groter dan 3 cm of de trosontwikkeling.
3. Groter plantgoed stond niet altijd vroeger in bloei, maar had wel een betere 1^e tros met een betere zetting en op een bepaald moment een hoger gewas.
4. Groter plantgoed was vroeger in productie en leverde een hogere opbrengst.
5. De invloed van het plantgoed op de opbrengst kwam tot uiting in het begin van de oogstperiode en was maximaal na 6 weken plukken.
6. De gemiddelde datum waarop de 1^e tros in bloei stond was niet in alle gevallen een betrouwbare maatstaf voor de opbrengst over 6 weken.
7. Een specifiek nadelig effect op de opbrengst van de op kasgrond geplaatste perspotten in verband met wortelbeschadiging kon niet worden aangetoond.

12 ENIGE BESCHOUWINGEN OVER HET PLANTGOED VOOR DE TOMATEN- TEELT EN DE INVLOED DAARVAN OP DE OPBRENGSTEN

De proeven in hoofdstuk 9 t/m 11 gaven in grote lijnen overeenkomstige resultaten, wat het wenselijk maakte de uitkomsten samen te vatten. Daartoe wordt eerst het plantgoed behandeld en daarna de verbanden tussen plantgoed en opbrengsten. Tenslotte wordt een synthese gegeven van het potgrondonderzoek in het eerste deel van deze publicatie en het teeltonderzoek in het tweede deel.

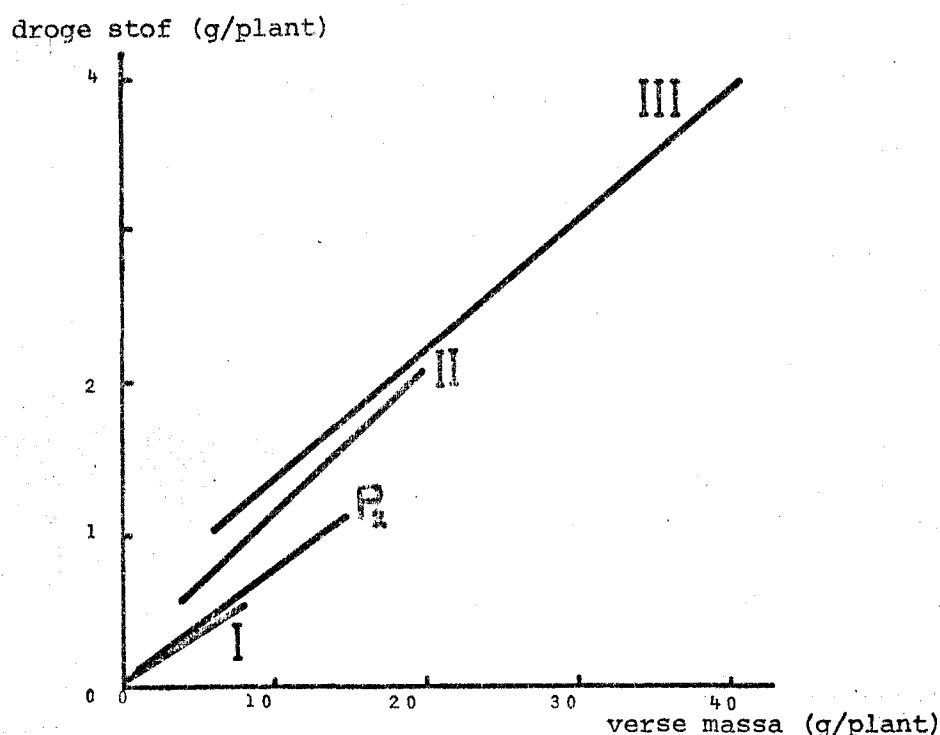
12.1 Onderlinge samenhangen van plantgoedeigenschappen

De proeven werden in verschillende seizoenen en jaren gehouden zodat het milieu tijdens de opkweekfase een sterke differentiatie vertoonde. Op grond daarvan zal men variaties in de verbanden tussen de verschillende eigenschappen van het plantgoed verwachten, hetgeen in eerste instantie ordt bevestigd door een beschouwing van overeenkomstige vergelijkingen. Evenwel moet in het oog worden gehouden dat deze vergelijkingen lineaire benaderingen zijn en alleen gelden voor de betreffende experimentele gebieden. De veranderingen in samenhang komen beter naar voren indien gelijksoortige regressielijnen in 1 grafiek wordt afgebeeld.

Het verband tussen de verse massa en de droge stof bij diverse proeven is in figuur 16 weergegeven. Proef I en het 2^e onderzoek met potgrondmonsters uit de praktijk (verder aan te duiden als P₂) vertoonden bijna geen verschil.

Figuur 16. Verband tussen verse massa en droge stof voor planten van verschillende proeven

P₂ = 2^e proef met potgrondmonsters uit de praktijk
I, II en III = na opkweek voor resp. teeltproeven

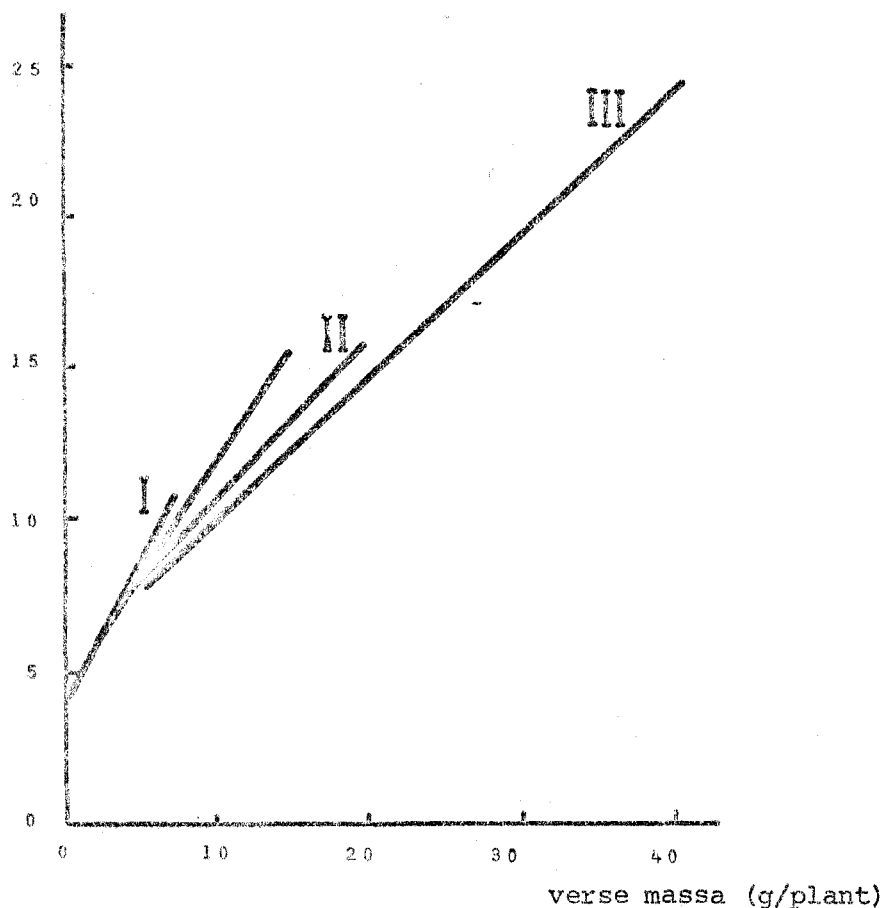


Deze proeven werden in de zelfde winter genomen en duurden wat betreft de vroegste zaaidatum van proef I even lang. Alleen was P_2 10 dagen later, wat het hogere maximale plantgewicht verklaart. Tegenover deze twee proeven was bij de proeven II en III relatief meer droge stof aanwezig terwijl in dezelfde volgorde de opkweek meer naar de zomer was verplaatst. De hogere gehalten aan droge stof kunnen een gevolg zijn geweest van meer licht (43) maar ook van een tekort aan opneembaar water (zie 11.4).

De verbanden tussen de verse massa en de lengte van de jonge tomatenplanten zijn in figuur 17 afgebeeld.

Figuur 17. Verband tussen verse massa en lengte voor dezelfde planten als in figuur 16

lengte (cm/plant)



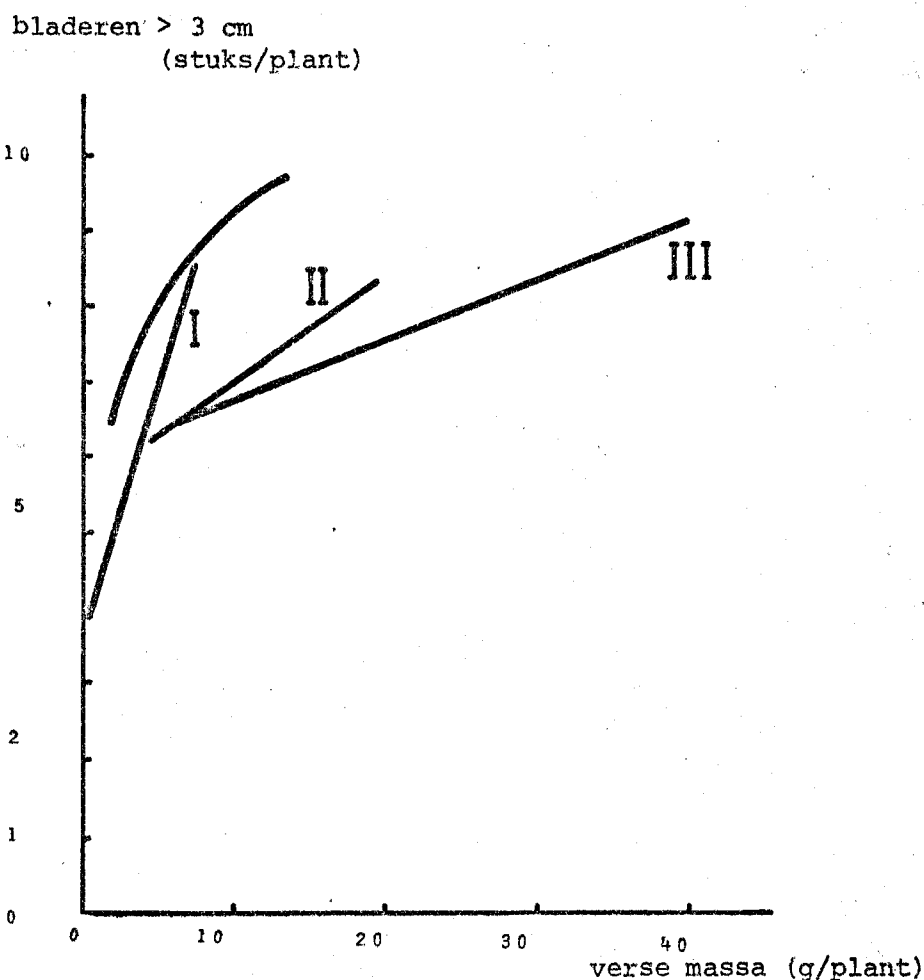
De lijnen voor de proeven P_2 en I sluiten enigszins bij elkaar aan, maar de lijnen voor de proeven II en III liggen daar beneden en hebben een kleinere helling. Hieruit volgt dat hoe meer op opkweek naar de zomer was verschoven, des te korter de tomatenplanten relatief waren: in de zomer worden "gedrongener" planten verkregen dan in de winter als gevolg van de grotere hoeveelheid licht. Trouwens de temperatuur is evenzeer van invloed.

Bekend is dat in de winter bij weinig licht door een te hoge temperatuur een gerekte, slappe plant ontstaat. Volgens CALVERT (32) zou dit een gevolg zijn van de dag- en niet van de nachttemperatuur.

Een overmatige strekking bij weinig licht wordt verhinderd door een lagere temperatuur aan te houden. Daardoor was bij deze proeven de seizoensinvloed op het verband tussen de lengte en de verse massa tamelijk klein.

De verschillende regressielijnen voor de verse massa en het aantal bladeren groter dan 3 cm zijn in figuur 18 weergegeven. De drie lijnen voor de teeltproeven wijzen erop dat het verschil in maximaal plantgewicht groot was terwijl in tegenstelling daarmee het aantal bijbehorende bladeren > 3 cm maar weinig uiteenliep.

Figuur 18. Verband tussen verse massa en aantal bladeren groter dan 3 cm voor dezelfde planten als in figuur 16



Wanneer dus het opkweekseizoen van de winter naar het late voorjaar verschoven werd, nam bij eenzelfde aantal van 8 à 9 bladeren > 3 cm de hoeveelheid verse massa sterk toe. Dit moet worden toegeschreven aan de omvang van de bladeren: bij het opkweken van tomatenplanten in de zomer zijn de hoger geplaatste bladeren veel groter dan in de winter. Dit is een kwestie van temperatuur en belichting die meer effect hebben op de bladomvang dan op de bladafsplitsing (63).

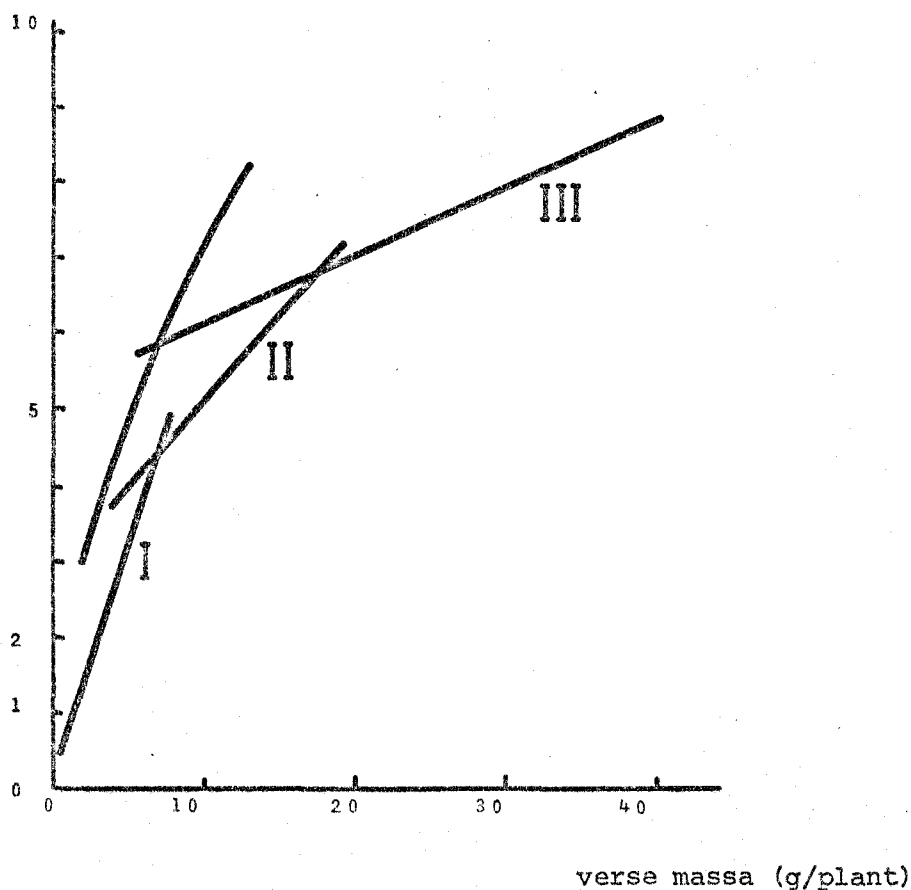
Verder blijkt uit figuur 18 dat de planten in proef P₂ relatief meer bladeren hadden dan die in proef I terwijl beide proeven

grotendeels parallel liepen. Ten aanzien van dit verschil moet worden opgemerkt, dat proef P_2 werd uitgevoerd in een oude druivenkas met een slechte verwarming en veel luchtlekkage. Tijdens een vorstperiode werden provisorisch maatregelen genomen die echter niet konden verhinderen dat de minimumtemperatuur vaak te laag was en in enkele nachten zelfs iets beneden 10°C lag. Het verschil tussen P_2 en I zal derhalve aan de temperatuur moeten worden toegeschreven ² doordat als gevolg van een lagere temperatuur bij P_2 de planten in die proef een geringere toeneming van de bladomvang hadden (63).

In figuur 19 zijn de verbanden tussen de verse massa en de ontwikkeling van de 1^e tros afgebeeld.

Figuur 19. Verband tussen verse massa en ontwikkeling van de 1^e tros voor dezelfde planten als in figuur 16.

ontwikkeling 1^e tros (0-10)



De voor de teeltproeven geldende regressielijnen sluiten tamelijk goed bij elkaar aan wat erop wijst dat voor deze proeven de samenhang tussen de twee eigenschappen nagenoeg voldeed aan één kromlijinig verband.

De planten van proef P_2 hadden relatief een verder ontwikkelde 1^e tros. Vooral het verschil met proef I was zeer opmerkelijk daar beide proeven in dezelfde winterperiode waren opgenomen. Reeds eerder werd opgemerkt dat bij proef P_2 de nachttemperaturen soms laag zijn geweest. Nu is uit verschillende onderzoeken bekend dat bij de tomaat een lage nachttemperatuur bevorderlijk is voor een relatief snelle ontwikkeling van de bloemtros (31, 63, 70), zodat het verschil tussen P_2 en I aan deze factor moet worden toegeschreven.

De lijnen in deze figuur tonen aan dat algemeen door een betere potgrond zowel de vegetatieve als de generatieve activiteit van de plant werd verhoogd. Daarnaast wordt de indruk gewekt dat door bodemkundige ingrepen tijdens de opkweek geen specifieke verschuiving optrad in de verhouding tussen deze twee activiteiten. Een dergelijke verschuiving was wel te bereiken door variatie in het klimaat.

12.2 Plantgoed en opbrengsten

In de teeltproeven werden voor de verse massa van het plantgoed en de opbrengst over de eerste oogstperiode van 3 à 4 weken de volgende regressievergelijkingen berekend :

$$\begin{aligned} \text{opbrengst (hg/pl)} &= 0,51. & \text{verse massa (g/pl)} &+ 1,4 \text{ I} \\ \text{opbrengst (hg/pl)} &= 0,30. & \text{verse massa (g/pl)} &+ 2,0 \text{ II} \\ \text{opbrengst (hg/pl)} &= 0,10. & \text{verse massa (g/pl)} &+ 1,2 \text{ III} \end{aligned}$$

Het blijkt dat de constante termen een geringe variatie vertoonden. Daarentegen liepen de regressiecoëfficiënten nogal uiteen, waarbij er echter rekening mee moet worden gehouden dat de trajecten voor de verse massa bij de proeven verschillend waren. Indien de opkweekperiode bij proef I langer zou zijn geweest, zouden grotere planten zijn verkregen met als gevolg dat bij gelijkblijvende opbrengsten de regressiecoëfficiënt kleiner zou zijn geworden. Het verschil in maximaal plantgewicht tussen proef I en proef III bedroeg ongeveer de factor 5. Aannemend dat bij een langere opkweekperiode voor proef I het maximale plantgewicht 5 x zo groot zou zijn geworden en dat bij de overige objecten de toeneming in verse massa ook de factor 5 zou hebben bedragen, zou de regressiecoëfficiënt $1/5$ van de oorspronkelijke berekende waarde zijn geworden. Daarmede zou het verschil in regressiecoëfficiënt tussen proef I en proef III grotendeels zijn verdwenen. De ongelijkheid van de regressiecoëfficiënten in bovenstaande vergelijkingen moet derhalve in de eerste plaats worden toegeschreven aan de grote verschillen in de jonge tomatenplanten ten tijde van het uitplanten.

Een ander punt bij de vergelijkingen van de opbrengstformules is de lengte van de oogstperiode. Voor een langere oogstduur zal, wanneer gedurende de verlenging geen effect van het plantgoed aanwezig is, de regressiecoëfficiënt gelijk blijven en alleen de constante term groter worden. Uit de voorgaande onderzoeken is gebleken dat het plantgoedeffect gedurende ongeveer 6 weken vanaf de 1^e oogst aanwezig was. Binnen dit tijdvak worden door een langere oogstperiode zowel de constante als de regressiecoëfficiënt groter.

Hoewel de 3 vergelijkingen redelijk aan het criterium van een gelijke oogstduur voldeden, waren toch niet in alle gevallen de perioden precies even lang. Bij proef II was de 1^e oogstperiode langer dan bij de andere proeven en mogelijk moet hierdoor de ten opzichte van het gebruikte plantgoed wat hoge regressiecoëfficiënt worden verklaard.

Een derde moeilijkheid bij het vergelijken van de regressielijnen wordt gevormd door het opbrengstniveau. Het is duidelijk dat, indien andere omstandigheden buiten het plantgoed om een wijziging in het opbrengstniveau veroorzaken, de regressiecoëfficiënt ook verandert.

De bezwaren van niveauverschillen bij plantgoed en opbrengsten werden ondervangen door per proef zowel voor een eigenschap van het plantgoed als voor de opbrengst in een bepaalde periode de hoogste waarde gelijk aan 100 te stellen en de overige waarden pro rata om te rekenen. Vervolgens werden de lineaire regressies van de opbrengsten op de plantgoedeigenschappen berekend voor de 3 teeltproeven gezamenlijk.

De samenhang van de relatieve opbrengst over ongeveer 3 weken (y_3) met de relatieve verse massa van het plantgoed (x_1) was :

$$y_3 = 0,75 x_1 + 24 \quad (r = + 0,94; \quad n = 21)$$

Uit de hoge correlatiecoëfficiënt volgt, dat van proef tot proef het plantgoed relatief steeds eenzelfde effect had op de vroege opbrengst, welk effect tamelijk groot was.

Voor de opbrengsten over ongeveer 6 weken (y_6) en de verse massa (x_1) luidde de regressieformule :

$$y_6 = 0,53 x_1 + 48 \quad (r = + 0,89; \quad n = 21)$$

Voor deze vergelijking is ten opzichte van de vorige correlatiecoëfficiënt lager, op welk verschijnsel eerder werd gewezen. Verder blijkt dat de regressiecoëfficiënt lager is geworden maar de constante term groter.

De verlaging van de regressiecoëfficiënt bij een verlenging van de oogstperiode van 3 naar 6 weken in de relatieve vergelijkingen staat in tegenstelling tot een verhoging van de regressiecoëfficiënt in de overeenkomstige vergelijkingen voor de absolute waarden. Dit is een gevolg van de fixatie van het maximum en van het feit dat in de loop van de tijd alle objecten een opbrengstverhoging vertonen. Bij een verdere verlenging van de oogstduur zullen in de relatieve vergelijkingen de regressiecoëfficiënten nog meer afnemen, hetwelk betekent dat de verhoudingsgewijs de invloed van het plantmateriaal op de opbrengsten afneemt. Ten aanzien van de vergelijkingen voor de relatieve verse massa en de relatieve opbrengst over 3 en 6 weken moet nog worden opgemerkt dat in werkelijkheid het verband enigszins kromlijnig was door de te lage waarden in de onderste gedeelten van de experimentele gebieden.

In de literatuur werden geen formules voor het effect van de verse massa van het plantgoed aangetroffen maar wel was het mogelijk regressievergelijkingen te berekenen aan de hand van basisgegevens uit enkele publicaties.

Uit de gegevens van LAWRENCE (76) betreffende een onderzoek over diverse potmaten voor tomatenplanten tijdens de opkweek, gevolgd door een buitenteelt, werd berekend dat

$$y_3 = 0,50 x_1 + 49 \quad (r = + 0,99; \quad n = 4)$$

Gelet op de hoge correlatiecoëfficiënt was er een nauwe samenhang tussen de verse massa van het plantgoed en de latere opbrengsten over 3 weken. De regressiecoëfficiënt was lager dan die in de formule voor de drie teeltproeven zodat relatief de invloed van het plantgoed geringer was.

Een andere proef van LAWRENCE omvatte 4 opkweekmengsels, 2 opkweektemperaturen en 2 rassen, waarbij de opkweek eveneens werd gevolgd door een teelt in de open grond. Voor dit materiaal gold

$$y_3 = 0,73 x_1 + 18 \quad (r = + 0,92; \quad n = 16)$$

Volgens deze vergelijking was bij het maximale plantgewicht (= 100) de maximale opbrengst gelijk aan 91. Het verschil met 100 bleek terug te voeren tot de 2 rassen. Voor beide rassen was het verband wel lineair, maar bij het ene ras was de invloed van het plantgoed groter dan bij het andere. Desondanks een redelijke aansluiting bij de resultaten van het eigen onderzoek.

Bij een onderzoek door HONMA (59) naar de invloed van verschillende tomatenrassen en substraten op de opbrengst vond de opkweek plaats onder glas, terwijl de teeltproef buiten werd gehouden. Het verband tussen de relatieve opbrengst in het begin van de oogstperiode en het relatief plantgewicht werd weergegeven door :

$$y = 1,19 x_1 - 20 \quad (r = + 0,97; \quad n = 6)$$

Hieruit volgt dat het plantgoed een grote invloed had op de opbrengst. Over de lengte van de oogstperiode werd slechts vermeld dat deze duurde t/m 21 juli. Vermoedelijk omvatte die periode slechts 2 weken, vandaar de hoge regressiecoëfficiënt en de negatieve constante term.

Tenslotte werd nog gebruik gemaakt van gegevens uit een publicatie van BUNT (27), die werkte met substraten welke uit verschillende grondsoorten waren samengesteld. Zowel de opkweek als de teeltproef in potten geschieden onder glas. De relatieve opbrengst over 4 weken als functie van de relatieve verse massa van het plantgoed kon worden weergegeven als

$$y_4 = 0,40 x_1 + 58 \quad (r = + 0,82; \quad n = 12)$$

Ten opzichte van het eigen onderzoek was de correlatiecoëfficiënt lager, terwijl ook de regressiecoëfficiënt kleiner was dan men voor een opbrengst over 4 weken zou verwachten.

Alle bovenstaande bewerkingen tonen aan dat de verse massa van het plantgoed een zeer betrouwbare invloed had op de vroege opbrengst. De berekende vergelijkingen sluiten evenwel niet altijd aan bij de uitkomst van het eigen onderzoek. De oorzaken daarvan waren niet te achterhalen maar kunnen mogelijk worden toegeschreven aan sterk variërende omstandigheden buiten de proefbehandelingen.

De regressievergelijkingen voor de relatieve lengte (x_2) en de relatieve opbrengst over resp. circa 3 weken (y_3) en 6 weken (y_6), waren :

$$y_3 = 1,06 x_2 - 8 \quad (r = + 0,97; \quad n = 21)$$

$$y_6 = 0,77 x_2 + 25 \quad (r = + 0,96; \quad n = 21)$$

De bij deze vergelijkingen behorende correlatiecoëfficiënten waren hoger dan die voor de verse massa en de opbrengsten. Voor het hele materiaal was dus de lengte van het plantgoed een uitstekende maatstaf voor een schatting van de invloed van het plantgoed op de opbrengsten. Ook de regressiecoëfficiënten waren hoger dan bij de verse massa, duidend op verhoudingsgewijs een grotere invloed op produktie. Uit de eerder vermelde proef van LAWRENCE (76) met potgronden, rassen en temperaturen werd voor de relatieve opbrengst over 3 weken

(y_3) en de relatieve lengte (x_2) de volgende regressievergelijking berekend :

$$y_3 = 0,77 x_2 + 10 \quad (r = + 0,78; \quad n = 16)$$

De correlatie- en regressiecoëfficiënt waren beide lager dan in het eigen onderzoek wat moet worden toegeschreven aan het feit dat in het Engelse onderzoek de rassen qua plantlengte ongelijk op de temperatuurverhoging reageerden : bij het ene ras trad door de hogere opkweektemperatuur een grotere verlenging op dan bij het andere, welke extra verlenging later niet resulteerde in een passende opbrengstverhoging. In het eigen onderzoek werd daarentegen steeds met één en hetzelfde ras gewerkt terwijl de opkweektemperatuur niet als experimentele variabele was opgenomen.

Anderzijds stemden de formules voor de verse massa en de opbrengst over 3 weken wel overeen. De waarde van een plantgoedeigenschap als criterium voor de latere opbrengst kan dus wisselen al naar gelang de groeifactoren, welke in beschouwing worden genomen.

De regressievergelijkingen voor het relatieve aantal bladeren groter dan 3 cm (x_3) en de relatieve opbrengst gedurende ongeveer 3 weken (y_3) of die over ongeveer 6 weken (y_6) waren :

$$y_3 = 1,21 x_3 - 33 \quad (r = + 0,90; \quad n = 21)$$

$$y_6 = 0,84 x_3 + 9 \quad (r = + 0,85; \quad n = 21)$$

De correlatiecoëfficiënten waren lager dan die voor de samenhang tussen de opbrengsten en de verse massa. Na een grafische controle bleek, dat ten aanzien van het aantal bladeren groter dan 3 cm de correlatiecoëfficiënten lager waren door een grote spreiding om de rechte lijn en niet omdat het verband kromlijinig was. Relatief had een vermindering van het aantal bladeren in proef II en proef III eenzelfde negatief effect op de opbrengst over 3 weken. Daarentegen was in proef I de invloed van het aantal bladeren op de opbrengst geringer.

Ten opzichte van de vergelijking waarin de verse massa voorkomt, waren de richtingscoëfficiënten hoger zodat relatief het aantal bladeren groter dan 3 cm een groter effect op de opbrengst had dan de verse massa van de spruit.

Voor de relatieve trosontwikkeling (x_4) en de relatieve opbrengsten na ongeveer 3 weken oogsten (y_3) of ongeveer 6 weken (y_6) waren de regressievergelijkingen resp.

$$y_3 = 0,65 x_4 + 18 \quad (r = + 0,76; \quad n = 21)$$

$$y_6 = 0,44 x_4 + 46 \quad (r = + 0,69; \quad n = 21)$$

Hieruit volgt dat van de gemeten eigenschappen van het plantgoed de ontwikkeling van de 1^e tros de laagste regressiecoëfficiënten leverde en derhalve relatief de geringste invloed op de opbrengsten uitoefende.

Ook de correlatiecoëfficiënten waren het laagst alhoewel nog statistisch zeer betrouwbaar. De lage correlatiecoëfficiënten werden evenals in het voorgaande geval veroorzaakt door een grote spreiding om de rechte lijnen hoofdzakelijk als gevolg van een geringe invloed van de trosontwikkeling bij proef I.

De variatie in plantgoed werd bij dit onderzoek hoofdzakelijk verkregen door veranderingen in bodemkundige factoren. Onder deze omstandigheden bleken de lengte en de verse massa van het plantgoed bruikbare eigenschappen om met behulp van rechtlijnige regressievergelijkingen de vroege opbrengsten te schatten, waarbij door omrekening in procentuele waarden de invloeden van de niveau's van plantgoed en opbrengsten werden verwijderd. Het aantal bladeren groter dan 3 cm en de trosontwikkeling voldeden minder in dit opzicht.

Het verschil tussen de verse massa en het aantal bladeren groter dan 3 cm als waardemeters voor het plantgoed duidt er op dat het oppervlak van de bladeren van meer betekenis is dan het aantal. Uit verschillende onderzoekingen is bekend dat een kunstmatige vermindering van het bladoppervlak bij de tomaat de groei (64, 96), de vroegheid verlaat (116) en de totale opbrengst vertraagt (36). Blijkbaar is de invloed van het plantgoed op de opbrengst bij dit onderzoek terug te voeren tot het bladoppervlak als de oorzakelijke factor die de potentiële assimilatiecapaciteit van de plant bepaalt.

Ten aanzien van de trosontwikkeling moet nog worden opgemerkt, dat tijdens de opkweek in alle proeven slechts een begin van de bloemtrosvorming werd bereikt, terwijl volledige bloei na het uitplanten optrad. Aanleg van de bloemtros tot een bepaald stadium maar geen bloei is te bereiken door onthladering beneden de eerste tros (117) maar kan zich ook voordoen bij een gewone teelt in de winter als gevolg van een te geringe belichting (34, 35, 72). Bij proef I over de teelt in een verwarmd warenhuis werd echter niet bijzonder vroeg uitgeplant en aborteren van de eerste tros kwam zodoende niet voor. Waarschijnlijk zal de berekende invloed op de opbrengst niet gelden indien de ontwikkeling van de eerste tros of onderste trossen wordt verstoord (73). Over dit onderwerp is verder onderzoek gewenst.

12.3 *Betekenis van de potgrond en het plantgoed voor de tomatenteelt onder glas in Nederland*

De proeven met praktijkpotgronden (hoofdstukken 4 en 5) hebben naar voren gebracht dat van bedrijf tot bedrijf de kwaliteit van de potgrond sterk varieerde, terwijl in de teeltproeven werd aangetoond in welke mate het door de potgrond beïnvloede plantgoed van belang was voor de opbrengst.

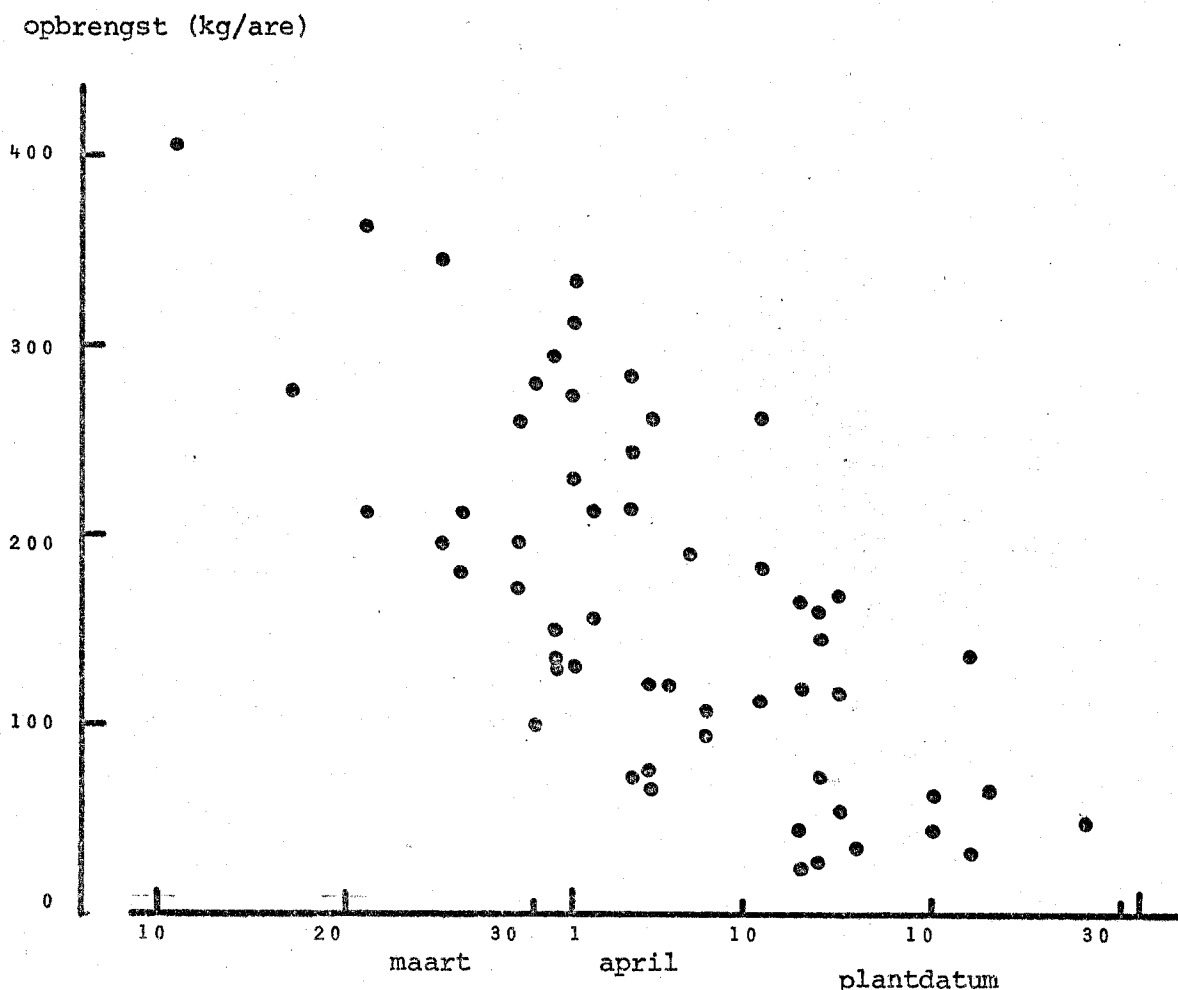
Uit die gegevens kan worden afgeleid dat in de jaren, waarop de steekproeven betrekking hadden, de opbrengsten aan tomaten op bedrijven in het Zuidhollandse Glasdistrict verschillend moeten zijn geweest als gevolg van de uiteenlopende potgrondkwaliteit.

De eerste proef inzake potgrondmonsters uit de praktijk in 1960 betrof voornamelijk potgronden uit het Westland. Van de daarop aansluitende tomatenteelt in onverwarmde warenhuizen waren voor een aantal bedrijven de opbrengsten bekend uit een rapport van het Landbouw-Economisch Instituut (3). Volgens dit rapport bedroeg de minimale totale opbrengst 679 kg en de maximale 1.593 kg per 100 m², zodat de spreiding bijzonder groot was.

Als toelichting dient figuur 20, waarin de opbrengst voor 15 juli is uitgezet tegen de bijbehorende plantdatum.

Uit deze figuur blijkt dat ook de vroege opbrengst sterk varieerde en verder dat hoe later werd geplant des te lager de opbrengst was doch de plantdatum slechts een deel van de variatie verklaart.

Figuur 20. Verband tussen plantdatum en opbrengst tot 15 juli bij tomaten in onverwarmde warenhuizen op 57 Westlandse bedrijven in 1960. Gegevens ontleend aan L.E.I.-rapport (3)



Door soortgelijke onderzoeken werd aangetoond dat de opbrengsten op bedrijven met verwarmde warenhuizen in De Kring gedurende 1961 eenzelfde beeld vertoonden (4). In de jaren 1963-1965 traden bij bedrijven in het Westland en De Kring dergelijke spreidingen eveneens op (79).

Deze variatie in opbrengsten is van veel betekenis daar zij voor een deel de oorzaak is van de grote verschillen in bedrijfsuitkomsten (5, 58). Zo werd volgens MEYAARD (81) de spreiding in uitkomsten van tuinders' bedrijven te Berkel en omstreken in 1961 en 1962 voor 20% verklaard door de plantdatum, voor 40% door de opbrengst en voor 10% door de gewassenkeuze. Een onderzoek naar de oorzaak van de opbrengstverschillen werd evenwel niet uitgevoerd.

VAN DAM (37), die in 1961 en 1962 een proefplekkenonderzoek bij stooktomaten op diverse grondsoorten uitvoerde, constateerde eveneens een invloed van de plantdatum op de opbrengsten, maar kon de resterende grote spreiding niet verklaren. De kwaliteit van het plantgoed was echter niet in zijn onderzoek opgenomen. Dit geschiedde wel in een onderzoek door VAN DER POST (88) over de teelt van kropsla gedurende de winter 1961-1962

in een groot aantal onverwarmde warenhuizen. Daaruit bleek dat grotere planten ten tijde van het uitplanten later een hogere opbrengst leverden. Al ging het dan om een ander gewas, aangenomen mag worden dat de tomaat op analoge wijze zal reageren.

Een aanwijzing daarvoor berust op enkele waarnemingen die werden verricht op een aantal Berkelse bedrijven waarvan de potgrondmonsters waren betrokken bij het 2^e onderzoek. De daaraan ontleende gegevens zijn in tabel 32 vermeld, evenals de door de tuinders verstrekte opbrengstgegevens over de corresponderende tomatenteelt.

Tabel 32. Teeltresultaten van enkele bedrijven waarvan de potgrond was opgenomen in het 2^e onderzoek

bedrijf	zaaidatum	verse massa van tomatenplant in potgrondmonster (g per plant)	opbrengst per 25 april 1961 (hg per plant)
a	10 november	2,9	1,6
b	eind oktober	3,0	0,3
c	begin november	5,5	1,6
d	begin oktober	9,5	3,3
e	10 november	11,5	3,0

Daaruit blijkt dat bedrijf d een wat hogere opbrengst had dan uit de potgrondkwaliteit zou mogen worden afgeleid, vermoedelijk als gevolg van een vroege zaaidatum. Bedrijf a had een relatief hoge opbrengst waarvan de oorzaak niet kon worden achterhaald. Overigens steunen de uitkomsten de opvatting dat de potgrondkwaliteit verantwoordelijk is geweest voor een variatie in opbrengsten bij de teelt van tomaten.

Op grond van het voorgaande werd het geoorloofd geacht om de frequentieverdelingen van de plantgewichten uit de potgrondproeven met monsters uit de praktijk te combineren met de regressievergelijkingen voor de verse massa van het plantgoed en de opbrengsten, teneinde landelijk de invloed van de potgrondkwaliteit op de bedrijfsresultaten te schatten. In de 1^e proef was het maximale plantgewicht 13,0 g verse massa per plant en het gemiddelde van de praktijkmonsters 8,1 g terwijl in de 2^e proef deze waarden resp. 14,5 en 6,5 per plant waren. Hieruit volgt dat over beide steekproeven de gemiddelde potgrondkwaliteit ongeveer 55% was van de maximaal bereikbare kwaliteit. Opgemerkt moet nog worden dat in de 2^e proef de beste resultaten werden verkregen met eigen mengsels die in de 1^e proef niet voorkwamen. Daardoor kan het gemiddelde van de 1^e proef en als gevolg daarvan tevens de algemene gemiddelde kwaliteit een te hoge schatting zijn.

Het algemene gemiddelde gold voor het Westland en De Kring in welke gebieden verreweg de meeste bedrijven met groenteteelt onder glas liggen. Daarom mag worden aangenomen dat landelijk de gemiddelde potgrondkwaliteit in 1960 en 1961 ongeveer 55% was van de optimale. Volgens de vergelijking voor de relatieve opbrengst over 6 weken en de relatieve verse massa van het plantgoed (paragraaf 12.2) geeft een plantgoedgewicht van 55% van het maximum een opbrengstreductie van ongeveer 20%.

Uitgaande van de totale opbrengsten in de jaren 1960 t/m 1965 (7, 9) en een plantdichtheid van 2,7 planten per m² werd als landelijk gemiddelde ongeveer 30 hg per plant berekend. Dit is nog niet het dubbele van wat in de drie teeltproeven na 6 weken oogsten gemiddeld als maximum werd verkregen (17 hg per plant). Landelijk gezien zou door het brengen van de potgrondkwaliteit naar het optimale niveau een productieverhoging van 10% zeker te realiseren zijn geweest. Ten opzichte van de productieverhoging zouden de daaraan verbonden kosten ter verbetering van de potgronden zo gering zijn dat deze mogen worden verwaarloosd. De berekende verhoging van 10% zou derhalve tevens de winst zijn geweest.

Daar in 1960 en 1961 de totale geldelijke veilingaanvoer van tomaten resp. 150 en 175 miljoen guldens bedroeg (7), werd door het bedrijfsleven als gevolg van suboptimale potgronden bij de tomatenteelt een verlies van resp. 15 en 17 miljoen guldens geleden. Sinds 1960 heeft regelmatig uitbreiding van de tomatenteelt plaats gevonden waardoor in 1965 de totale veilingaanvoer was opgelopen tot 310 miljoen guldens (9). Daarnaast bestond de indruk dat de gemiddelde potgrondkwaliteit weinig verbetering onderging. Om die redenen is de derving aan netto opbrengsten over 1960 - 1965 gemiddeld op ongeveer 20 miljoen guldens per jaar te stellen. Daar voor andere gewassen, waarbij van plantgoed wordt gebruik gemaakt, in principe hetzelfde zal gelden als voor de tomaat, zal voor de bedrijven met groenteteelt onder glas in die jaren de totale schade als gevolg van slechte potgronden groter zijn. geweest.

12.4 *Conclusies*

Een aantal proefuitkomsten werd in dit hoofdstuk aan een nadere beschouwing onderworpen waaraan de volgende conclusies zijn te ontlelen :

1. Bij het plantgoed was het gehalte aan droge stof van de jonge tomatenplant hoger naarmate door een slechtere potgrond de groeiremming sterker was en naar gelang de opkweek meer naar de zomer was verschoven. De verhouding tussen lengte en verse massa was weinig afhankelijk van het seizoen van opkweek als gevolg van bij de hoeveelheid licht aangepaste temperaturen. Door minder licht en lagere temperaturen werd de bladomvang meer geremd dan de bladaanleg of de trosontwikkeling. Geen aanwijzingen werden verkregen dat door bodemkundige variaties een specifieke verandering optrad in de verhouding tussen de vegetatieve en de generatieve activiteit.
2. Bij wisselende bodemkundige omstandigheden en uitgaande van een rechtlijnig verband tussen een eigenschap van het plantgoed en de opbrengst wordt in het algemeen het producerend vermogen van de jonge plant beter aangeduid door de lengte of de verse massa dan door het aantal bladeren groter dan 3 cm of de mate van ontwikkeling van de 1^e tros.
3. Geschat werd dat de slechte potgrondkwaliteit bij de teelt van tomaten in Nederland gedurende de jaren 1960 - 1965 een netto verlies van ongeveer 20 miljoen guldens per jaar heeft veroorzaakt.

LITERATUUR

1. ALVEY, N.G. : Prick out early, it always pays.
Grower 43, 1955 : 80-81.
2. ALVEY, N.G. : Soil for John Innes composts.
J.Hort.Sci.36, 1961:228-240.
3. ANONYMUS : Overzicht van enkele materialen en opbrengsten
van tomaten (verwarmd en onverwarmd) van een aan-
tal bedrijven in het Zuidhollands glasdistrict en
Noord-Limburg. Teeltjaar 1960.
Landb.Ec.Inst., 's-Gravenhage 1961. Overzicht No.208.
62 blz.
4. ANONYMUS : Overzicht van arbeid, materialen en opbrengsten
van tomaten (verwarmd en onverwarmd) van een aan-
tal tuinbouwbedrijven in het Zuidhollands glas-
district en op de Zuidhollandse eilanden.
Teeltjaar 1961.Land.Ec.Inst., 's-Gravenhage 1962.
Overzicht No.237.35 blz.
5. ANONYMUS : De Nederlandse landbouw in een groeiende economie.
2^e druk.Land.Ec.Inst., 's-Gravenhage 1965.
blz.107-111.
6. ANONYMUS : Potgrondmengsels. Tuinbouwgids 1951. Min.Landb.
Viss.Voedselv., 's-Gravenhage z.j.326-329.
7. ANONYMUS : Tuinbouwgids 1964. Min.Landb.Viss., 's-Gravenhage
z.j.blz.568,569 en 580.
8. ANONYMUS : Tuinbouwgids 1966. Min.Landb.Viss., 's-Gravenhage
z.j.blz.446 en 452.
9. ANONYMUS : Statistische gegevens over de tuinbouw. Bijl.Meded.
Dir.Tuinb.,febr.1967.blz.6, 7 en 17.
10. ANONYMUS : Analyseverslag potgrondonderzoek.
Proefst.Groenten & Fruitt.Glas, Naaldwijk z.j.
(1968) 4 blz.
11. ARNOLD BIK, R. : Substrates and fertilization of pot plants. Rep.
XVIth Int.Hort.Congr. Brussel 1962.Vol.4, 1964:
116-125.
12. ARNOLD BIK, R.,e.a. : De samenstelling van potgronden in Noord-
West-Duitsland.Inst.Bodemvruchtbaarheid, (Groningen)
1958.9 blz.
13. BAKER, K.F.(ed.) : The U.C.system for producing healthy container-
grown plants. Calif.agric.Exp.Stat., Mar.23,1957.332 p.
14. BAKKER,G.de : Overzicht van de maanden juli en augustus.Meded.
Dir.Tuinb.25,1962: 452.
15. BAUMANN,E. : Verwendungsmöglichkeiten der Torfe im Gemüsebau.
Dtsch.Gartenbau 5, 1958: 37-39.
16. BAUMANN, E. : Die Eignung mit Mineraldüngerezusatz zur Gemüse-
jungpflanzenanzucht. In : Mineraldünger im Gemüse-
bau. Inst. Gemüsebau Humboldt-Univ., Berlin (D.D.R.) 1959
S.9-38.

17. BAUMANN, E. : Über den Wert von Niedermoortorf-Stallmist-Komposten für den Gemüsebau. Arch. Gartenbau 9, 1961 : 66-81.
18. BAUMANN, E. und LEPISKAAR, I. : Bewässerung und Nährstoffauswaschung bei Anzucht von Pflanzen in Torf. Dtsch.Gärtner-Post 16, 1964:4.
19. BIEBL, R. : Der Einfluss der Mineralstoffe auf die Transpiration. In : RUHLAND, W. (ed): Handbuch der Pflanzenphysiologie. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958. Band 4:402-408.
20. BIELKA, R. und KALETTA, K.H. : Versuche zur Gemüse jungpflanzenanzucht mit unterschiedlich hergestellten Erdballen. Dtsch. Gartenbau 5, 1958:260-262.
21. BOEKEL, P. en LOKHORST, A.L. van : Fysisch onderzoek van potgronden. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Groningen 1964. Rapp. 12. 15 blz.
22. ROERTJE, G.A. : Persoonlijke mededeling, 1967.
23. BOON, J. van der : Analyse van de bodemvruchtbaarheid volgens de proefplekkenmethode bij een meerjarig tuinbouwgewas, de aardbei op zandgrond. Versl. Landbouwk. Onderz. 691, 1967. 213 blz.
24. BROWNING, H.A. : Peat blocks for raising tomato seedlings. N.Z.J. Agric. 94, 1957: 447-478.
25. BUNT, A.C. : A review of the literature on plant containers and moulded blocks with special reference to the porosity of pots. Glassh. Crop. Res. Inst. Littlehampton. Ann. Rapp. 1959:116-125.
26. BUNT, A.C. : Loamless composts can give good results. Grower 56. 1961:864.
27. BUNT, A.C. : Some physical properties of pot plant composts and their effects on plant growth. I. Bulky physical conditioners. Plant and Soil 13, 1961:322-332.
28. BUNT, A.C. : Some physical properties of pot-plant composts and their effect on plant growth. II. Air capacity of substrates. Plant and Soil 15, 1961:13-24.
29. BUNT, A.C. : Some physical properties of pot plant composts and their effect on plant growth. III. Compaction. Plant and Soil 15, 1961:228-242.
30. BUNT, A.C. : Recent work on the physical aspects of pot plant composts. N.A.A.S. Quart. Rev. 13, 1962:108-115.
31. CALVERT, A. : Effect of the early environment on development of flowering in the tomato. I. Temperature. J. Hort. Sci. 32, 1957: 9-17.
32. CALVERT, A. : The effect of air temperature on growth of young tomato plants in natural light conditions. J. Hort. Sci. 39, 1964:194-211.
33. COCHRAN, W.G. and COX, G.M. : Experimental designs. John Wiley & Sons, New York 1956. 454 p.

34. COOPER, A.J. : A study of the development of the first inflorescence of glasshouse tomatoes. J.Hort.Sci.39,1964:92-97.
35. COOPER, A.J. : The seasonal pattern of flowering of glasshouse tomatoes. J.Hort.Sci.39,1964:111-119.
36. COOPER, A.J. : Relations between growth of leaves, fruit and shoot of glasshouse tomato plants. J.Hort.Sci.39,1964:173-181.
37. DAM, J.G.C. van : Geschiktheid van de grond voor tuinbouw. Landbouwk. Tijdschr.79,1967:299-305.
38. DANHARDT, W. und KUHLE, G. : Versuch zur Ermittlung des günstigsten Torf-Ton-Verhältnisses bei der Verwendung von Torfkulturerde für Topfpflanzen. Arch.Gartenbau 7,1959:157-174.
39. DEKKER, P.A. den en VAN DIJK, P.A. van: Analysemethoden in gebruik op het bodemkundig laboratorium van het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk. Proefstat. Groenten & Fruit. Glas, Naaldwijk 1963. (niet gepubliceerd rapp.).
40. DIJK, H. van : "Veenaarde"-onderzoek I. Het veen van de Vinkeveense plassen. Inst.Bodemvruchtbaarheid, Groningen 1960. Rapp. VI-1960.14 blz.
41. DULLFORCE, W.M. : Soil blocks and clay pots give equal results. Grower 43,1955:305-307.
42. FERRARI, Th.J. : Een onderzoek over de stroomruggronden van de Bommerlerwaard met als proefgewas de aardappel. Versl.Landbouwk.Onderz. 58.1,1952. 132 blz.
43. FOLSTER, E. : Untersuchungen über den Einfluss der Zusatzbestrahlung auf die vegetative Entwicklung von Tomatenjungpflanzen bei unterschiedlicher Stickstoff- und Kali-Ernährung. Gartenbauwiss.31,1966:81-99.
44. FRERCKS, W. und PUFFE, D. : Ei weiszabbauvermögen in Moorböden. Z.Pflanzenern. Düngung Bodenk.92,1961: 126-134.
45. FRUHSTORFER, A. : Tradition und Fortschritte auf dem Gebiet der gärtnerischen Erden. Gartenwelt 48,1948:49-51.
46. FRUHSTORFER, A. : Schwarztorf in der Azaleenkultur. Gartenwelt 49, 1948:20-21.
47. FRUHSTORFER, A. : Die Entwicklung der Einheitserde. Gartenwelt 52, 1952:270-271.
48. FURNESS, H.M. and NEWTON, P. : Experiment with U.C. and John Innes composts. Gdn.Chron.Gdn. ILL.153,1963:294-295.
49. GERMING, G.H. : Opkweek en teeltresultaten van kunstmatig belichte tomatenplanten. Meded.Inst.Tuinbouwtechn. Wageningen 53,1963.62 blz.
50. GOHLER, F. : Die Bestimmung des Nährstoffgehaltes gärtnerischer Erden im Betriebslaboratorium mittels chemischer Schnellteste. Arch.Gartenbau 11,1963:283-311.
51. GORDON, M. und SPRINGER, E. : Wachstumversuche mit 4 botanisch unterschiedlichen Sphagnumtorfen zu 8 verschiedene Kulturen. Torfnachr. 15, 1964:1-3.

52. GORDON, M. und SPRINGER, E. : Der Einfluss unterschiedlicher Torfherkünfte auf das Pflanzenwachstum. Torfnachr.15,1964:21-24.
53. GOULDEN, C.H. : Methods of statistical analysis. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York 1952. 467 p.
54. HARTMAN-DROGE, C. : Landelijke proef met cyclamen-potgrondmengsels. Meded. Dir. Tuinb. 17, 1954:468-477.
55. HENZE, H. : Herstellung und Nährstoffgehalt von Kompost. Gartenwelt 59, 1959:383-384.
56. HOFSTEE, J. : Analysemethoden voor grond, gewas, water en bodemvocht. Rijksdienst IJsselmeerpolders, Kampen 1966. blz. II-12.
57. HOFSTEE, J. : Toelichting op de analysemethoden voor grond, gewas, water en bodemvocht. Rijksdienst IJsselmeerpolders, Kampen 1966 blz. II-16-18.
58. HOLKAMP, A. : Bedrijfsuitkomsten in de tuinbouw in 1965. Tuinbouwids 1967, 473-479.
59. HONMA, S. : Effects of growing medium on the performance of transplants of four varieties each of cabbage and tomato. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 67, 1956:361-364.
60. HOOGWOUTD, S.B. : Rapport over het onderzoek van ingezonden monsters voor karakterisering van molm, molmig goed en bagger. Landbouwproefstat. Bodemk. Inst. T.N.O., Groningen 1952. 9 blz. + 3 bijl.
61. HOOGWOUTD, S.B., e.a. : Verdrogende veengronden in West-Nederland. Versl. Landbouwk. Onderz. 66.23, 1960. blz. 1-76.
62. HULSMANN, B. und THIELE, K.P. : Kulturversuche mit Einheitserde zu Zierpflanzen. Gartenwelt 53, 1953:251-254.
63. HUSSEY, G. : Growth and development in the young tomato. I. The effect of temperature and light intensity of the shoot apex and leaf primordia. J. Exp. Bot. 14, 1963:316-325.
64. HUSSEY, G. : Growth and development in the young tomato. II. The effect of defoliation on the development of the shoot apex. J. Exp. Bot. 14, 1963:326-333.
65. JONES, D.A.G. : Tomato propagation I. Type of bench and plant container. Exp. Hort. 13, 1965:11-16.
66. JUNGK, A. : Über den Aussagewert chemischer Substratuntersuchungen bei Topfpflanzen. II. Abhängigkeit der Wuchsleitung vom N- und K-Gehalt des Substrats. Z. Pflanzenern. Düngung Bodenk. 99, 1962:194-206.
67. KEULS, M. : The use of the "Studentized Range" in connection with an analysis of variance. Euphytica 1, 1952:112-122.
68. KLOES, L.J.J. van der e.a. : Samenhang tussen grondanalysecijfers voor stikstof, fosfaat, kalium en magnesium volgens verschillende analysemethoden in de glasteelt. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Groningen 1961. Rapp. VI-1961. bijl. 1.

69. KNAVEL, D.E. : Influence of container, container size and spacing on growth of transplants and yields in tomato. Proc.Am.Soc.Hort.Sci. 86, 1965, 582-586.
70. KOMOCHI, S. : Practical significance of low night temperature in the tomato nursery.
III. Effects of temperature and fertilizer on the relative growth of flower bud and vegetative growth. J.Jap.Soc.Hort.Sci. 33, 1964 : 101-109.
71. LAMM, R. : Försök med jordblandningar til plantuppdragning av drivtomat 1954-1956. Medd. Trädgårdsförs. Alnarp 119, 159: 1-12.
72. LARGE, J.G. : Spacing of tomatoes on the propagation bench. Exp.Hort. 13, 1965 : 6-10.
73. LARGE, J G. : Tomato propagation. II. Temperatures and planting stage for the November sown crop. Exp.Hort. 13, 1965: 17-23.
74. LAUENSTEIN, A. : Über die Direktaussaat von Gemüsearten für die Anzucht von Pflanzgemüse in Erdtopfen.Dtsch. Gartenbau 5, 1958 : 64-65.
75. LAUENSTEIN, A. : Einige Grundlagen für die Mechanisierung der Jungpflanzenanzucht im Frühgemüsebau. Votr.Inst.Landtechn.Potsdam-Bornim Dtsch. Akad.Landwirtschaftswiss. Berlin. Tagungsber. 15, 1958 : 79-90.
76. LAWRENCE, W.J.G. : Science and the glasshouse. 2nd ed. Oliver & Boyd, Edinburgh-London 1950. 175 p.
77. LAWRENCE, W.J.C. and NEWELL, J. : Seed and potting composts. 4th ed. Allen & Unwin, London 1950. 116 p.
78. LEPIKSAAR, I. : Die Düngungsbedürftigkeit von Tomaten- und Salatjungpflanzen bei Anzucht in Komposterde. Arch.Gartenbau 11, 1963 : 561-581.
79. LINDEN, W. VAN DER : Opbrengsten van tomaten in het Westland en De Kring. Tuinderij 6, 1966 : 1115.
80. MAATSCH, R. : Einheitserde im Zierpflanzenbau. Techn. Bauern Gärtner H. 17, 1., 19 G, 1952.
81. MEYAARD, D. : Verschillen in bedrijfsuitkomsten in de glastuinbouw. Meded. Dir. Tuinb. 28, 1965: 188-193.
82. PEERLKAMP, P.K. and BOEKEL, P. : Moisture retention by soils. Versl. Meded.Comm. Hydrol.Onderz. T.N.O. 5, 1960, 122-139.
83. PENNINGSFELD, F. : Torf als kulturerde im Blumen- und Zierpflanzenbau. Mitt. Moor & Torfwirtsch. 4, 1957 : 37-47.
84. PENNINGSFELD, F., : Die Ernährung im Blumen- und Zierpflanzenbau. Paul Parey, Hamburg-Berlin 1960. 216 S.
85. PENNINGSFELD, F., : Gemüseanzucht in Torf. Lehr & Forsch.-Anst. Weißenstephan. Jber. 1959/60, 1960: 1-27.

86. PENNINGSFELD, F., : Verwendbarkeit bayerischer Torf im
FAST, G. und : Gartenbau. I. Mitt. Moor & Torfwirtsch.
SCHNEBLER, K. : 2, 1952 : 1-40.
87. PENNINGSFELD, F., und : Hydrokultur und Torfkultur. Verlag Eugen
KURZMANN, P. : Ulmer. Stuttgart 1966. 205 S.
88. POST, C.J. VAN DER : Persoonlijke mededelingen (1967).
89. REEKER, R. : Versuch mit Düngetorf als Kultursubstrat
für Zierpflanzen. Arch. Gartenbau 5,
1957 : 79-103.
90. ROLL-HANSEN, J. : Propagation of plants in sphagnum peat
instead of steamed soil. Acta Hort.
4, 1966 : 158-160.
91. ROORDA VAN EYSINGA, : De geschiedenis van de pottenpers.
J.P.N.L. : Tuinderij 2, 1962 : 954-956.
92. ROORDA VAN EYSINGA, : Development of a pure peat mixture for
J.P.N.L. : raising plants with blocks. Agr. Res.
Rep. 668, 1965. 78 p.
93. ROORDA VAN EYSINGA, : Bemesting van kropsla onder glas met
J.P.N.L. : bloedmeel en kalkammonsalpeter. Versl.
Landbouwk.Onderz. 681, 1966. 18 blz.
94. ROORDA VAN EYSINGA, : Bepaling van veerkracht en drukvastheid
J.P.N.L. en MARTENS, : van perspotten. Meded.Dir.Tuinb.25,
N.G.C. : 1962: 486-493 en 506.
95. RUSSELL, M.B. : Soil aeration and plant growth. In SHAW,
B.T. (ed.) : Soil physical conditions and
plant growth. Academic Press, New York
1952. Agronomy 2 : 253-301.
96. SAITO, T. and ITO, H.: Studies on the growth and fruiting in
the tomato. V. Role of cotyledons,
immature leaves and on the growth and
flower formation. J.Jap.Soc. Hort.Sci.
34, 1965 : 321-333.
97. SCHUURMAN, J.J. : Influence of soil density on root deve-
lopment and growth of oats. Plant and
Soil 22, 1965: 352-374.
98. SCHELDRAKE, R. and : Plant growing in lightweight artificial
BOODLY, J.W. : mixes. Acta Hort. 4, 1966 : 155-158.
99. SLADE, D.A. : N.Z. peats suitable in composts and rooting
media. N.Z. J. Agric. 99, 1959 : 287.
100. SMITH, F.G. : Raising plants for the unheated tomato
crop. Exp. Hort. 7, 1962: 67-71.
101. SNEDECOR, G.W. : Statistical methods. 5th ed. Iowa State
College Press. Ames 1956. 534 p.

102. SOUKUP, J. : Die Sorption und Auswaschung von Nährstoff-
ionen in gärtnerischen Erden. Mittelleitung I :
NH₄- und NO₃-Ionen. Z. Pflanzenern. Düngung Bodenk.
96, 1962 : 139-143.
103. SPITHOST, L.S. : Stikstofanalyse en stikstofbemesting van een
zandgrond voor de teelt van tomaten. Versl. Land-
bouwk. Onderz. 671, 1965. 23 blz.
104. STAKMAN, W.P. : De invloed van de toediening van veen of molm
op de water- en luchthuishouding van minerale
gronden. Inst. Cultuurtechn. Waterhuish., Meded.
24, 1961. 25 blz.
105. STRØMME, E. and
OYDVIN, J. : The lime requirement of tomato plants grown
in peat. Acta Hort. 4, 1966 : 160-165.
106. TAKAHASHI, K. and
SAKIYAMA, R. : Studies on the composts for raising seedlings
of vegetable crops in hot beds. IV. Root
development and transplanting studies in fruit
vegetable seedlings. J.Jap.Soc.Hort.Sci.
33, 1964 : 234-242.
107. TAKAHASHI, K.
YOSHIDA, M. and
HIRAO, R. : Studies on the composts for raising seedlings
of vegetable crops in hot beds. I. Rapid-
made composts for raising tomato seedling. J. Hort.Ass.
Jap. 29, 1960 : 27-36.
108. TEPE, W. : Physikalische und chemische Untersuchungen an
gärtnerischen Kulturerden.
Z. Pflanzenern. Düngung Bodenk. 63, 1953 : 222-235.
109. TRIPPI, V.S. : Studies on ontogeny and senility in plants.
VII. Aging of the apical meristem, physiological
age and rejuvenation in tomato plants. QYTON 21,
1964 : 167-179.
110. VERHOEFF, K. : Voetrot en "kanker" bij tomaat, veroorzaakt door
Didymella Lycopersici. Neth.J. Plant Path. 69,
1963 : 298-313.
111. VERKERK, K. : Aanvullende belichting van jonge tomaten in 1959/1960
en 1960/1961. Meded. Dir.Tuinb. 25, 1962 : 106-113.
112. VERKERK, K. : Additional illumination before and temperature after
planting early tomatoes. Neth. J.Agr. Sci. 12,
1964 : 57-68.
113. VERKERK, K.,
GERMING, G.H. en
KOOT, Y VAN : Effect van aanvullende belichting van tomaten.
Meded. Dir.Tuinb. 23, 1960 : 20-23.
114. VOGEL, G. und
BAUMANN, E. : Vereinfachung der Gemüsejungpflanzenanzucht durch
Direktaussaat und Verwendung von Torf. Arch. Garten-
bau 9, 1961 : 552-585.
115. WHEELER, G.F. : Peat and sand composts need no complicated variations.
Grower 57, 1962 : 819-820.

116. YOUNG, W.A. : A study of factors affecting earliness and mode of inheritance of this character in the tomato, *Lycopersicon esculentum*.
Diss. Abstr. 26, 1966 : 4159-4160.
117. ZEEUW, D. DE : De invloed van het blad op de bloei.
Meded. Landbouwh. Wageningen 54, 1954 : 1-44.