Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Phytopharmacologisch onderzoek volgens Macht

https://hdl.handle.net/1874/308661

Phytopharmacologisch onderzoek volgens MACHT

MOHD. DJAMIL

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

PHYTOPHARMACOLOGISCH ONDERZOEK
VOLGENS **MACHT.**

Phytopharmacologisch onderzoek volgens MACHT

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS Dr. L. S. ORNSTEIN HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 31 MEI 1932 DES NAMIDDAGS TE 3 UUR

DOOR

MOHAMMAD DJAMIL
ARTS,
GEBOREN TE KAJOE TANAM
(Su atra's Westkust)

KEMINK EN ZOON N.V. — OVER DEN DOM — UTRECHT

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

AAN DE NAGEDACHTENIS VAN MIJN OUDERS
AAN MIJN OOM MOHAMMAD ALI

Het verschijnen van dit proefschrift biedt mij een welkome gelegenheid U, Hoogleeraren der Medische Faculteit te Utrecht en U, Oud-Leeraren van de toenmalige S.T.O.V.I.A. te Batavia en tevens U, Hoogleeraren van den Leergang voor Bacteriologie en Tropische Hygiëne te Amsterdam, mijn dank te betuigen voor het genoten onderwijs.

In het bijzonder U, Hooggeleerde Hijmans van den Bergh, Hooggeachte Promotor, ben ik zeer veel dank schuldig, niet alleen voor de gastvrijheid, die ik in Uw kliniek mocht genieten, doch ook voor de groote belangstelling, die ik van U bij de bewerking van dit proefschrift ondervond. Ten volle ben ik er mij van bewust, dat de tijd, in Uw wetenschappelijke spheer doorgebracht, te kort is geweest om den vollen omvang er van te kunnen opnemen.

Ook aan U, Hooggeleerde Went, ben ik veel dank schuldig voor de gastvrijheid, in Uw laboratorium genoten, om aldaar de proeven te kunnen nemen. Behalve Uw colleges en Uw refereeruren, heb ik ook Uw aanwijzingen zeer op prijs gesteld.

Hooggeleerde de Langen, mijn aanraking met U heeft een blijvenden indruk in mijn leven nagelaten, niet alleen als Uw assistent heb ik Uw belangstelling mogen genieten, doch vooral ook als mensch. Mijn dankbaarheid voor hetgeen ik van U ontving, is meer dan met woorden kan worden omvat.

Ook Gij, Zeergeleerde Lonkhuyzen, hebt een niet gering aandeel in den stimuleerenden invloed in mijn studie gehad; Uw vaderlijke vriendschap zal mij steeds bijblijven.

Hooggeleerde Kuenen, slechts kort heb ik de eer gehad als Uw assistent te mogen werken; die tijd is me van groote waarde geweest.

Op deze plaats wil ik mijn groote dankbaarheid en erkentelijkheid betuigen aan *den Dienst der Volksgezondheid in Nederlandsch Indië*, die me in de gelegenheid heeft gesteld mijn studie in Nederland voort te zetten.

Zeergeleerde M u l l e r, van Uw groote ervaring op het gebied van pH bepalingen, heb ik veel mogen leeren; voor Uw bereidwilligheid ben ik veel dank schuldig.

Zeergeleerde S e e k l e s, zonder Uw hulp zou het me niet mogelijk geweest zijn, het juiste gebruik van de ultrafiltratie in zoo'n korten tijd aan te leeren.

De hulpvaardigheid, die ik van U, *assistenten en oud-assistenten van de Interne Kliniek* bij mijn onderzoek mocht ondervinden, stemt mij tot dankbaarheid.

Ook U, *assistenten van het Botanisch Laboratorium*, mijn erkentelijkheid.

Waarde H e y l, ik mag mijzelf gelukkig prijzen, dat ik U bereid vond mij bij het botanisch gedeelte van mijn proeven met raad en daad ter zijde te staan. Het spijt me, dat U wegens verblijf in het buitenland bij de voltooiïng van dit proefschrift niet aanwezig kunt zijn.

Aan U, *verpleegsters van de Interne Kliniek*, mijn dank voor de buitengewoon prettige medewerking en ook aan het *verdere personeel van kliniek en laboratorium*, zeer veel dank.

INLEIDING.

Het gebruik van planten als proefvoorwerpen, om den invloed van chemische stoffen te bestudeeren, is sedert langen tijd bekend. Dat deze methode ook tot de kliniek is doorgedrongen, is nog van zeer jongen datum. Het is M a c h t geweest, die haar onder den naam van PHYTOPHARMACOLOGIE veel gebruikte. Langzamerhand begon men de bruikbaarheid van planten als proefobjecten te leeren waardeeren. M u c h, H.V. (93, 94) ging den invloed van lipoiden vóór en na bestraling op den plantengroei na, en in 1931 heeft hij (95) ook planten gebruikt om hun invloed op bacteriegroei te bestudeeren. Door inspuiting van tuberkelbacillen in planten, zag hij de naar hem genoemde granula in deze bacillen ontstaan. In Januari van dit jaar heeft K ü s t n e r (47) gerstkiemplantjes gebruikt om den invloed van roode stralen op hormonen na te gaan. Deze (46) had opgemerkt, dat de reactie van Aschheim-Zondek bij muizen kan worden versneld, zoodat de reactie reeds na 60 uren in plaats van na 4 dagen kan worden afgelezen, wanneer hij de muizen gedurende de proef met rood licht bestraalde. Zoo kwam hij er toe de proef bij planten te herhalen, waarbij bleek, dat de met rood licht bestraalde kiemplantjes sneller groeiden dan de niet bestraalde, wanneer aan den voedingsbodem urine van zwangeren werd toegevoegd.

Met het onderhavige onderzoek willen we de waarde van het gebruik van kiemplantjes in de kliniek nagaan.

HOOFDSTUK I.

A.

Onderzoekingen van Macht.

Een tiental jaren geleden is M a c h t begonnen zich bij zijn pharmacologische onderzoekingen behalve van dieren ook van planten te bedienen. Plantenphysiologen hadden reeds vroeg gevonden, dat, voor het bestudeeren van een der geheimzinnigste processen in de plant, n.l. den groei, kiemplanten de meest aangewezen objecten zijn. Wegens hun gevoeligheid, hun eenvoudigen bouw en omdat ze gemakkelijk te hanteeren zijn, zijn ze voor deze onderzoekingen, waar meetbare reacties de basis vormen, het meest geschikt. M a c h t heeft verschillende soorten kiemplanten beproefd en bevonden dat *Lupinus albus* het meest geschikt en het gevoeligst was. Derhalve heeft hij steeds met deze soort zijn proeven genomen.

De eerste proeven van M a c h t (79) behelzen de groeiveranderingen onder invloed van bepaalde chemische stoffen, hydrochloras cocain, hydrochloras ecgonin, natrium benzoaat en methylbenzoaat, bij kiemplantjes van *Lupinus albus*. Uit de tabellen kan men over het algemeen besluiten, dat *met de toename der concentratie de phytotoxische index daalt*. Dit is echter slechts een zeer algemeene regel, want bij een nauwkeuriger studie der tabellen kan worden opgemerkt, dat een hoogere concentratie niet steeds een verlaging van den groeicoëfficient ten gevolge heeft. Methyl alcohol geeft b.v. bij een concentratie van 0,003 % een groeïindex van 97 % en bij een concentratie van 0,96 %, dat is dus 320 maal sterker dan de vorige, een groeïindex van 105 %. *)

Onderstaande tabel demonstreert dit ten duidelijkste:

---

*) Over de beteekenis van den index, zie pag. 61.

Concentratie methyl alcohol %.	Groeïndex %.
4,8	geen groei
3,2	27
1,6	88,73
0.96	105
0,32	119, 116, 116.
0,16	128
0,03	76
0,02	75
0,003	97

Verder blijkt uit Macht's cijfers, dat proeven onder gelijke omstandigheden met een oplossing van eenzelfde concentratie herhaald, zeer uiteenloopende groeicoëfficienten kunnen geven, zooals de volgende tabel doet zien:

Concentratie % Hydrochl. cocain	Groei-index		Verschil in groei-index
	1e maal	2e maal	
0.003	119 %	93 %	26 %
0.0017	80 %	95 %	15 %
0.0003	82 %	121 %	39 %
0.00017	91 %	138 %	47 %
0.000017	90 %	116 %	26 %

Uit het bovenstaande blijkt dus, dat de afwijking tot 47 % kan bedragen; voorwaar geen geringe fout. Macht zelf heeft hierop nooit gewezen.

Coggeshall (14) publiceerde een mooie, regelmatige kromme betreffende den invloed van zuren, nl. azijnzuur en propionzuur, op den groei van *Lupinus albus* wortels. Bij dubbelproeven kon ook door haar worden vastgesteld, dat de groeïndices sterk varieerden.

De waarneming, die het meest Macht's aandacht heeft getrokken, is, dat stoffen als hydrochloras cocaïn en hydrochloras ecgonin, die voor het dierlijk organisme zeer vergiftig zijn, vergelijkenderwijs weinig toxisch zijn voor planten, met betrekking tot hun invloed op den groei van wortels; terwijl aan den anderen kant natrium

benzoaat, dat nagenoeg niet giftig is voor dieren, voor plantenwortels juist zeer toxisch is; hydrochloras cocaïn geeft bij dieren, o.a. katten, in een concentratie van 1 : 20.000 algemeene verlamming, de doodelijke dosis is 0,02—0,4 m.Gr. per K.G. lichaamsgewicht; *Lupinus albus* wortels worden gedood bij een concentratie van 2.04 %.

Plantenprotoplasma gedraagt zich dus niet op dezelfde wijze als dierlijk protoplasma. In gevallen, waar de Zoöpharmacologie als werkmethode faalt, zou men derhalve de phytopharmacologie kunnen beproeven.

Naar aanleiding hiervan heeft M a c h t (81) reeds vroeg den invloed van digitalisachtige stoffen op plantenwortels nagegaan. Hij onderzocht digitonin, digitalin Merck, digitalin Kiliani, digitonin Strophantin en Quabaïn, die alle van plantaardigen oorsprong zijn, en Bufagin van dierlijken oorsprong.

De tot de eerste groep behoorende stoffen geven bij een concentratie van 1—100.000, groeicoëfficienten van respectievelijk 87 %, 86 %, 98 %, 82 %, 72 % en 85 %; Bufagin bij een zelfde concentratie 20 %. Hieruit blijkt, dat plantenweefsel zich tegenover stoffen van dierlijken oorsprong anders gedraagt dan dierlijk weefsel; Bufagin is voor plantenprotoplasma zeer toxisch.

Ook door de volgende proeven nog heeft M a c h t (65) trachten aan te toonen, dat stoffen van dierlijken oorsprong toxisch zijn voor planten. Hij ging den invloed na van Ricine en Cantharidine. Ricine is een toxalbumine, verkregen uit Castorolie-boonen, een voor dierlijk weefsel uiterst giftige stof. Cantharidine is een kristalfijne stof, verkregen uit Spaansche vliegen, Catharis Vesicutoria. Het blijkt dat Ricine niet, doch Cantharidine wèl, zelfs zeer giftig, werkt op den groei van wortels, hetgeen blijkt uit de volgende tabel van M a c h t : (zie pag. 6)

Uit deze proeven blijkt weer, dat een stof van dierlijken oorsprong zeer toxisch is voor plantenprotoplasma, waarschijnlijk doordat zij aan plantenweefsels vreemd zijn. Echter is dit geen constant verschijnsel, want verschillende hormonen, uit dieren verkregen, bleken geen toxischen invloed op den groei van wortels te hebben. Onderzocht werden: Andrenaline, Pituitrine, Histamine en Insuline.

Stof	Dosis	Phytotoxische index
Ricine	1 : 50000 koud opgelost.	100 %
Cantharidine	1 : 50000	4 %
Ricine	1 : 25000 warm opgelost.	91 %
Cantharidine	1 : 50000	3 %
Alcohol	1 % controle	70 %
Tinct. capsici	1 % oplossing	27 %
Tinct. cantharidine	1 % oplossing	54 %

Verder heeft M a c h t (59) waargenomen, dat primaire alcoholen, als primaire butyl en primaire amyl acohol, meer toxisch zijn dan de secundaire alcoholen.

Geleid door zijn waarnemingen, dat stoffen van dierlijken oorsprong over het algemeen vergiftig zijn voor plantenprotoplasma, heeft M a c h t den invloed nagegaan van het serum van menschen onder normale en pathologische omstandigheden op den groei van wortels; immers, wanneer er toxinen in het bloed zouden circuleeren, zoo meende hij, dan zou men ze met deze methode wellicht kunnen aantoonen. Hiermede wordt de phyto-pharmacologie in de kliniek ingevoerd.

De eerste aanleiding daartoe was de mededeeling van S c h i c k (126). Deze was door een toevallige waarneming tot nadenken en experimenteeren gebracht.

Op zekeren dag ontving hij een ruiker frissche, nauwelijks ontloken rozen, die hij, om ze goed te houden, in water liet zetten. Het toeval wilde, dat de vrouw, die hij met deze taak belastte, juist in de maandelijksche periode verkeerde; naar achteraf bleek, had zij vroeger reeds herhaaldelijk waargenomen, dat alle bloemen en plantendeelen afstierven, wanneer zij ze gedurende de menstruatie-periode in handen had gehad. Hoe het ook zij, den volgenden

dag ontdekte Schick tot zijn niet geringe verbazing, dat de bloemen verwelkt waren. Bij navraag aan de dame, die de bloemen in de vaas gezet had, verhaalde deze hem het geregeld terugkeerend verschijnsel, dat alle gewassen, die zij gedurende den menstruatietijd in handen hield, vroegtijdig afstierven.

Naar aanleiding van deze ondervinding stelde S c h i c k verdere onderzoekingen in, waarbij hij tot de conclusie kwam, dat vrouwen gedurende de menstruatieperiode een gift afscheiden, dat schadelijk werkt op bloemen en planten. Dit gif, dat hij met den naam *Menotoxine* bestempelde, zou in de eerste twee menstruatiedagen het werkzaamst zijn. Bloemen, 10 tot 30 minuten, zelfs slechts 3 minuten, in handen der menstrueerenden gehouden, verwelkten, terwijl wanneer zij handschoenen aan hadden, het verwelken uitbleef. Het vocht uit de handpalm scheen dus het gif te bevatten. Naar aanleiding hiervan onderzocht S c h i c k ook de vochtafscheidingen uit andere deelen van het lichaam, in het bijzonder het zweet uit den oksel. Hij verzamelde dit zweet, door eenigen tijd watten onder den oksel te leggen, en het bleek dat ook dit giftig op de bloemen werkte. Ook het bloed van de vrouw vertoonde dezelfde giftige werking, doch niet het serum, wel de bloedkoek.

Menstruaal bloed bezat dezelfde eigenschap. S c h i c k kwam tot de meening, dat het gif waarschijnlijk aan de roode bloedlichaampjes zou zijn gebonden, die met het menstruaal bloed mede worden uitgescheiden.

S c h i c k onderzocht behalve de bovengenoemde vrouw nog een aantal andere menstrueerende vrouwen; het bleek, dat deze dit verschijnsel niet vertoonden of slechts een zeer geringe schade aan de bloemen veroorzaakten. Het verschijnsel komt dus zeer sporadisch voor.

Deze toevallige vondst van S c h i c k zou in overeenstemming zijn met het over het algemeen voor bijgeloof gehouden volksgeloof, dat menstrueerende vrouwen giffen afscheiden en dus in bepaalde omstandigheden gevaarlijk zijn. Zoo zouden ze gedurende dien tijd niet mogen werken in den bloemenhandel of in conservenfabrieken. Naar het schijnt worden er door de eigenaren van sommige van zulke werkplaatsen tabellen bijgehouden omtrent de menstruatie-

perioden van hun vrouwelijk personeel. Tegen den tijd der menstruatie moeten ze ander werk verrichten en worden van bloemen, vruchten en groenten verwijderd gehouden.

Overleveringen van dezen aard zijn reeds uit den ouden tijd op te diepen. Ploss-Bartels (109) verhaalt eveneens van het ten gronde gaan van bloemen en andere planten. In zijn boek wijdt hij een 30 bladzijden aan dit onderwerp en spreekt van „Onreinheid der menstrueerenden" en van „Het onheil, dat menstrueerende vrouwen aanrichten." Zeer fantastisch klinken de volgende verhalen: alle insecten zouden van de boomen vallen wanneer een ontkleede, menstrueerende vrouw ze nadert. Zoo verdreef men de Canthariden in Cappadosië naar het voorschrift van Metrodorus Scepius, volgens hetwelk een vrouw met tot de lendenen opgeheven kleeren of ook slechts met bloote voeten, lossen gordel en fladderende haren door het veld moet gaan. Deze ceremonie moet echter volgens Plinius vóór zonsopgang geschieden, daar anders het zaad zou bederven en de jonge wijnstokken en Epheu verwelkten, zoodra ze door een menstrueerende beroerd werden. Ook bij de bereiding van wijn en bier zouden de menstrueerenden schade aanrichten.

Naar aanleiding van bovenstaande mededeeling van Schick, heeft Macht met de door hem uitgedachte methode het bloedserum en de afscheidingen van menstrueerenden onderzocht. Hij (82, 83) onderzocht sera van 50 niet menstrueerende personen en vond bij dezen groeicoëfficienten, wisselende tusschen 66 % en 86 %, met een gemiddelde waarde van 74 %. Bij 50 menstrueerende vrouwen vond hij voor het bloedserum groeïndices, varieerende tusschen 35 % en 75 %, met een gemiddelden coëfficient van 51 %. Speeksel van 50 niet-menstrueerende vrouwen had een phytotoxischen index tusschen 70 % en 117 %, met een gemiddelde waarde van 85 %. Het speeksel van 50 menstrueerende vrouwen gaf coëfficienten tusschen 30 % en 90 %, met een gemiddelde waarde van 53 %. Dus zoowel het bloedserum als het speeksel van menstrueerende vrouwen geven een gemiddelden groeïndex, die lager ligt dan het gemiddelde bij normale vrouwen, hetgeen zou wijzen op de aanwezigheid van giftige stoffen in beide vochten. Van de andere secreta werd het zweet onderzocht; bij een vrouw buiten

de menstruatie was de phytotoxische index 100 %, bij dezelfde vrouw gedurende de menstruatie 60 %. Ook de urine bezat gedurende de menstruatie een grootere giftigheid, eveneens de melk en de tranen. Ook de uitademingslucht bleek gedurende de menstruatie giftig te zijn. Dus alle lichaamsvochten, zoowel bloed als secreta van menstrueerenden blijken toxisch. Aldus heeft M a c h t met zijn proeven de toevallige vondst van S c h i c k langs meer wetenschappelijken weg bevestigd.

Op zekeren dag kreeg M a c h t serum in handen, dat bijzonder sterk den groei van wortels remde, veel sterker dan serum van menstrueerenden. Dit serum bleek afkomstig te zijn van een manlijken patiënt, lijdende aan pernicieuse anaemie. Naar aanleiding van deze waarneming heeft M a c h t (60, 61, 63, 67, 69,) uitgebreide proeven genomen met sera afkomstig van pernicieus-anaemische patiënten. Deze sera werden hem door verschillende ziekenhuizen in Amerika toegezonden.

Bij onderzoek van 26 gevallen, normale personen betreffende, vond hij groeicoëfficienten tusschen 70 % en 90 %, met een gemiddelde waarde van 75 %. Voor het bloedserum van 48 patiënten met pernicieuse anaemie vond M a c h t waarden, varieerende tusschen 28 % en 51 % met een gemiddelden coëfficient van 44 %. Dit zijn zeker sprekende cijfers. Allereerst is het aantal der onderzochte gevallen van pernicieuse anaemie niet gering. Wij hebben in de Geneeskundige Kliniek van het Stads- en Academisch Ziekenhuis te Utrecht in 1½ jaar niet meer dan 18 gevallen kunnen onderzoeken. Het zijn echt Amerikaansche cijfers. Indien het vast mocht komen te staan, dat het serum van lijders aan pernicieuse anaemie steeds een lageren groeiïndex geeft, dan ware dit een niet te verwaarloozen hulpmiddel bij het vaststellen der diagnose. Te waardevoller, omdat de diagnose dezer ziekte niet altijd even eenvoudig is. Bovendien zou dan het bewijs geleverd zijn, dat in het serum van patiënten met pernicieuse anaemie stoffen voorkomen, die remmend werken op den groei van *Lupinus albus* wortels en dus van giftigen aard moeten zijn.

Thans werd het onderzoek van andere vormen van anaemie ter hand genomen, zooals twijfelachtige gevallen van pernicieuse anaemie, waarbij klinisch en morphologisch geen definitieve dia-

gnose was vast te stellen. Bij 5 gevallen werden waarden gevonden, varieerende van 55 % tot 58 %.

Verder werden duidelijke secundaire anaemieën onderzocht en werd gevonden, dat daar een veel betere groei van *Lupinus* kiemplantjes plaats had.

Hetzelfde kan gezegd worden van een geval van spruw; van het serum van patiënten met secundaire anaemie, gecombineerd met carcinoom, van pellagra en van mono-nucleosis.

Zeer interessant zijn de bevindingen bij leukaemieën. In één geval van lymphatische leukaemie en twee gevallen van myelogene leukaemie, die herhaaldelijk werden onderzocht, werd geen vermindering van den groei-coëfficient gevonden, zoodat een verschil in toxiciteit met normaal bloed niet kon worden waargenomen.

Volgens M a c h t *spreekt een phytotoxische index beneden 50 % voor pernicieuse anaemie.*

Bovengenoemde resultaten schijnen aan te toonen, dat het bloed van patiënten, lijdende aan pernicieuse anaemie een of meer giftige stoffen bevat, die niet in normaal bloed voorkomen.

Volgens M a c h t is hiermede het eerste beslissende, wetenschappelijk bewijs geleverd van de aanwezigheid eener giftige stof in het bloed bij de genoemde ziekte. Het verschil tusschen normaal serum en dat van patiënten met pernicieuse anaemie was zóó treffend, dat M a c h t geen moeilijkheid had in het diagnostiseeren van pernicieuse anaemie, wanneer onbekende monsters bloed hem voor onderzoek werden gezonden. Niet alleen konden zulke monsters worden onderscheiden van normaal bloed, maar ze gedroegen zich ook geheel anders dan de sera bij andere ziekten, zooals carcinoom, leukaemieën, spruw, pellagra, haemolytische icterus en de ziekte van Banti. Alleen de ziekte van Hodgkin had eveneens lage indices, nl. 56 %.

Deze bevindingen pleiten voor het belang en de diagnostische waarde van het phyto-pharmacologisch onderzoek van het bloed.

Wat den aard van het gif der pernicieuse anaemie betreft, daarover zijn tot nu toe geen chemische gegevens verkregen. Het is duidelijk, dat dit vergif verschillend moet zijn van het Menotoxine, omdat het in de eerste plaats zoowel bij manlijke patiënten als bij niet menstrueerende vrouwen gevonden is, terwijl verder bij een

nauwkeurig onderzoek van het zweet der patiënten geen toxine aan te toonen was.

Het verschil tusschen het serum van patiënten met pernicieuse anaemie en dat van lijders aan secundaire anaemie is van bijzonder groot belang. De secundaire anaemieën waren zoo goed als niet giftig, niettegenstaande het klinische beeld en het morphologische bloedbeeld zeer sprekend waren. In één geval van ernstige anaemie was het haemoglobine gehalte vóór een bloedtransfusie 37 % met een erythrocyten aantal van 1.500.000 en na de transfusie was het haemoglobine gehalte 40 % met een erythrocyten aantal van 2,860.000. In een ander geval van ernstige secundaire anaemie was het haemoglobine gehalte 28 %, terwijl het aantal erythrocyten 2,900.000 bedroeg. In beide gevallen was de groei-coëfficient van Lupinus plantjes normaal.

Aan den anderen kant vertoonde het bloed van lijders aan pernicieuse anaemie met een haemoglobine gehalte van 19 % en een erythrocyten aantal van 940.000 vóór een bloedtransfusie een groeicoëfficient beneden 50 %, terwijl het serum van den patiënt met een haemoglobine gehalte van 50 % en een erythrocyten aantal van 2.900.000 na een bloedtransfusie eveneens een groeicoëfficient beneden 50 % gaf.

Naar aanleiding van bovenstaande studie werd een nieuw onderzoek ingesteld, dat van belang is hier te vermelden. M a c h t en H i l l (64, 73, 74) hebben gevonden, dat bestraling van normaal bloed met ultraviolette stralen geen invloed had op de giftigheid bij het phyto-pharmacologisch experiment. Beide onderzoekers onderzochten daarop sera van patiënten met pernicieuse anaemie vóór en ná de bestraling met ultraviolet licht. De bestraling duurde 10 tot 15 minuten en geschiedde met een Krohmayer quartz kwikdamp lamp. Het was zeer merkwaardig, dat, waar normaal serum door dit proces niet werd beïnvloed, de sera van patiënten met pernicieuse anaemie hun giftigheid geheel of gedeeltelijk verloren. Zoo had een serum vóór de bestraling een index van 50 %; ná de bestraling bedroeg de index 62 %. In een ander geval steeg de groei-index door bestraling van 51 % tot 59 % en in twee andere gevallen, bij welke de coëfficient 44 % en 47 % was, stegen deze na bestraling tot 61 % en 70 %.

M a c h t kwam tenslotte tot de volgende gevolgtrekkingen:

1. Een phyto-pharmacologisch onderzoek van het bloed van lijders aan pernicieuse anaemie wees uit, dat hun serum in alle gevallen meer giftig was dan normaal menschelijk bloedserum.

2. Deze giftigheid werd niet aangetroffen in bloedsera, afkomstig van andere soorten anaemieën of andere ziekten van het bloed.

3. Deze onderzoekingen spreken voor een toxische aetiologie van de pernicieuse anaemie.

4. De phyto-pharmacologische methode werd bruikbaar gevonden voor de differentiale diagnose van pernicieuse anaemie.

M a c h t (85) heeft zich tijdens deze studie over de phyto-pharmacologie ook bezig gehouden met den invloed van ultraviolette stralen op muizen. Hij zag, dat witte ratten, die gedurende 10 à 15 minuten aan ultraviolette stralen waren blootgesteld, levendiger werden, hetgeen zich uitte in meerdere spieractiviteit. Deze prikkelende werking duurde tot eenige uren na de bestraling voort. De andere eigenschappen der ratten, zooals stofwisseling en gedrag, waren weinig veranderd. Wel zag de schrijver soms conjunctivitis optreden. Ratten, die met koolmonoxyde vergiftigd waren, bleken onder invloed van ultraviolette stralen het gif te hebben verloren; volgens M a c h t (72) hebben deze stralen een versnellenden invloed op de dissociatie van het koolmonoxyde uit het haemoglobine der proefdieren.

Behalve bij ratten heeft M a c h t dit verschijnsel ook bij muizen, konijnen en honden kunnen vaststellen. Bloedsera van deze, met koolmonoxyde vergiftigde dieren, bleken ook voor kiemplanten giftig te zijn (Macht: 71). Groeiïndices zijn niet opgegeven. In 1928 heeft hij bewezen, dat ultraviolette stralen dieper in de huid dringen dan tot nog toe werd aangenomen (70).

De ontgiffende invloed van ultraviolette stralen, al of niet gecombineerd met sensibilisatoren, zooals eosin of tetrabroomfluorescin, is zelfs in de kliniek toegepast en naar de ervaringen van M a c h t (67, 69), in samenwerking met verschillende artsen, met goede resultaten. Zoowel subjectief als klinisch gingen de patiënten onder deze behandeling vooruit. De giftigheid van het serum, aan de phyto-pharmacologie getoetst, daalde ook duidelijk.

De beste resultaten verkreeg hij echter, wanneer tevens lever-

praeparaten werden toegediend. Patiënten, die na lange behandeling met lever-praeparaten niet vooruit gingen, vertoonden, nadat zij naast lever ook ultraviolette stralen toegediend kregen, een plotselinge verbetering. Macht raadt dan ook aan de levertherapie steeds met de phototherapie te combineeren.

Nadat Macht zijn conclusies voor pernicieuse anaemie had vastgesteld, onderzocht hij sera van andere ziekten; allereerst van psychosen. In samenwerking met Looney (57) heeft Macht den phytotoxischen index bepaald van 19 monsters sera, afkomstig van patiënten met depressie, en 8 monsters sera, afkomstig van niet-depressieve patiënten. Looney (56) heeft nl. gevonden, dat bij psychotische patiënten gedurende de depressie (welke vorm of graad is hierbij niet vermeld) een verhoogde stikstofrest in het serum aanwezig is. Macht geeft de volgende tabel:

	8 gevallen niet toxisch voor Lupinus albus	19 gevallen toxisch voor Lupinus albus
Stikstofrest	14.0	19.5
Groei-index	75 %	53.5 %

De daartoe behoorende vrouwelijke patiënten waren niet menstrueerend.

Ten tweede van pemphigus patiënten (84). De phytotoxische index varieerde hier tusschen 48 % en 60 % en bedroeg gemiddeld 56 %, dus weinig hooger dan de gemiddelde groeïndex bij pernicieuse anaemie. Ook de inhoud van de bullae, die steriel was opgevangen, vertoonde een remmenden invloed op den groei van *Lupinus* wortels. Even vóór den dood van een der patiënten werd het bloed onderzocht. Het bleek zeer toxisch te zijn; de groeïndex bedroeg 48 %.

Behalve de anaemia perniciosa en andere secundaire anaemieën heeft Macht (62) ook nog een andere bloedziekte onderzocht, de haemophilie.

Drie patiënten, die tevoren reeds jaren door Howell en

Cekada (40) onderzocht en beschreven waren, werden door Macht op den phytotoxischen index getoetst.

Patiënt Y., 26 jaar oud, met een stollingstijd van 2½ uur, had een phytotoxischen index van 74 %; patiënt B., 35 jaar oud, met een stollingstijd van 30 minuten, had een index van 70 % en patiënt K., 8 jaar oud, had een index van 72 %. Contrôleproeven met normaal serum gaven indices van 73 %, 71 % en 73 %. De groeiremming is bij de haemophilie dus niet sterker dan bij normale personen.

Verder heeft Macht (68) een aantal sera afkomstig van tuberculeuse, lepreuse en syphilitische patiënten onderzocht. Bij 50 gevallen van tuberculose vond hij een gemiddelden phytotoxischen index van 78 %, dus iets hooger dan het gemiddelde bij normale individuen.

Voorts werd voor het eerst serum onderzocht van patiënten met sterk positieve reactie van Wassermann en die klinisch als lijders aan lues werden beschouwd. Bij 50 gevallen bedroeg de gemiddelde groeicoëfficient 81 %, dus veel hooger dan het door Macht bij gezonde menschen gevonden gemiddelde.

Bij 22 gevallen van lepra vond Macht een gemiddelden index van 47 %.

De variatie der gevonden indices bij de drie ziekten is niet vermeld.

De gemiddelde groeïndex van 47 % bij lepra wijst, volgens Macht, op het voorkomen van toxinen in het bloed van deze patiënten en verder zou dit verschijnsel een middel zijn om lepra van de twee andere ziekten, tuberculose en lues, te onderscheiden.

Bestraling van de sera van lepra patiënten gaf geen vermindering van de giftigheid, zooals dat wel het geval was bij de anaemia perniciosa. Dit wijst op een verschillenden aard van de toxinen bij beide ziekten.

Sera van tuberculeuse en syphilitische patiënten, die, zooals vermeld, geen remming van den groei te zien gaven, werden door bestraling niet beïnvloed.

Verder heeft Macht (80) twaalf gevallen van eclamptische patiënten en andere patiënten met ernstige toximieën gedurende de zwangerschap onderzocht. De patiënten hadden geen verlaagde

groeiïndices, zoodat met de phytopharmacologische methode geen aanwezigheid van phytotoxische giften kon worden aangetoond. Daarmede is natuurlijk de aanwezigheid van andere gifsoorten niet uitgesloten.

Een latere mededeeling van M a c h t (76) handelt over het onderzoek van 196 bloedsera, verkregen 6 weken na de bevalling. Over het algemeen is de index hier hooger dan bij normaal vrouwen serum. Deze relatieve, niet giftige reactie van postpuerperaal serum wordt echter, nadat dit eenigen tijd in de ijskast gestaan heeft, meer toxisch.

Volgens M a c h t kan deze verhooging der giftigheid niet worden toegeschreven aan een rottingsproces, doch wijst het op een specifiek verschil in de biochemische samenstelling van puerperaal bloed vergeleken met normaal bloed. Ook zouden er geringe verschillen te zien zijn na de geboorte van mannelijke of vrouwelijke individuen.

B.

Onderzoekingen van anderen met de phytopharmacologische methode volgens Macht.

De onderzoekingen van Macht en zijn medewerkers hebben de aandacht van de medische wereld getrokken en wel niet het minst wegens de eventueele beteekenis van deze methode voor de differentiaal diagnose der pernicieuse anaemie. Immers, het is niet eenvoudig de diagnose „pernicieuse anaemie" te stellen en zeker niet in die gevallen, waar het beeld afwijkt van het klassieke. Een phytopharmacologisch onderzoek van het bloedserum, dat specifiek zou zijn voor de pernicieuse anaemie, in zooverre alle andere vormen van anaemieën den groeicoëfficient niet zouden verlagen, ware daarom een welkome aanwinst. Echter niet alleen bij de pernicieuse anaemie, ook bij andere ziekten werd de phytotoxische index bepaald.

Het zijn Herz en Weichbrodt (36) geweest, die het eerst de phytopharmacologie van Macht in de kliniek toegepast hebben. Zij vonden bij zware psychomotorische katatone zieken hooge toxiciteitswaarden, bij stuporeuzen daarentegen geen toxische waarden.

Zij gebruikten echter 40 %, 4 % en 1 % serumoplossing. Ook zij konden bevestigen, dat sera van vrouwen tijdens de menstruatie, vóór of in het begin der menstruatie genomen, een duidelijke groeivertraging veroorzaken. De hoogste toxiciteit vonden Herz en Weichbrodt bij icterisch serum.

Beide onderzoekers geven geen waarden der door hun gevonden phytotoxische indices op! Een uitvoerige beschrijving der gevolgde methode ontbreekt eveneens.

Stern (130) publiceerde in 1926 zijn resultaten bij gebruikmaking der phytopharmacologische methode van Macht in de kliniek. In de oorheelkundige kliniek te Frankfurt waren juist ver-

schillende onderzoekers, n.l. Leicher en Berberich (50, 3) bezig met bloedonderzoekingen bij otosclerose, waarbij geconstateerd werd, dat bij 80 % der gevallen een lichte verandering van het calciumgehalte en een dikwijls duidelijke verlaging van het cholesterine in het serum bestond. Stern zelf vond bij patiënten met otosclerose in de meeste gevallen een relatieve vermeerdering van het globuline ten koste van het albumine. Om te zien of er toxinen in het bloed circuleerden, heeft hij den phytotoxischen index van de sera van patiënten met otosclerose bepaald. Hij maakte gebruik van veel sterkere serumoplossingen, n.l. van 10 % en 40 %, terwijl Macht, gelijk vroeger vermeld werd, steeds met 1 % serum werkte. Er werden door Stern geen groeïndices vermeld, noch voor normaal, noch voor pathologisch serum. Een zuivere vergelijking van zijne resultaten met die van Macht is dus niet mogelijk.

Onderzocht werden 20 gevallen van otosclerose; 18 gaven een duidelijk zicht- en meetbare groeiremming der kiemplantjes. Bij de meeste gevallen zouden de wortels een geringen diktegroei vertoonen, zoodat ze niet alleen verkort, maar ook gedesorganiseerd werden.

Sera van carcinoom-patiënten zouden ook groeiremming vertoonen. Eveneens sera van tuberculeuse patiënten; onder dezen waren er zoowel die aan den proliferatieven vorm als die aan den exsudatieven vorm lijdende waren. Zelfs zouden deze laatste sera voor een gedeelte duidelijker remming vertoonen dan die, afkomstig van patiënten, lijdende aan otosclerose. Verder vond Stern eveneens een sterke remming, van den groei der wortels in sera, afkomstig van patiënten, die genarcotiseerd waren, echter zonder erbij te vermelden, welke narcotica waren toegepast.

In 1928 publiceerden Love Barnett Upjohn, Raphael Isaacs en Felix G. Gustafson (138), hun bevindingen bij pernicieuse anaemie.

Zij onderzochten sera, afkomstig van 15 patiënten en vonden, dat de groeïndex in die gevallen varieerde van 59 % tot 94,3 %, met een gemiddelde waarde van 76,6 %. Vijf van deze patiënten waren te voren niet behandeld, noch met lever, noch op andere wijze. Bij deze vijf niet behandelde patiënten vonden ze een groei-coëfficient

varieerende tusschen 60,1 % en 86,9 % met een gemiddelde waarde van 75,4 %. Bij de andere patiënten, die tevoren lever of leverextract hadden gekregen, varieerden de indices van 59,7 % tot 93,8 % met een gemiddelde waarde van 76,8 %. Bij normale individuen vond hij groei-coëfficienten, varieerende tusschen 50 % en 97 %. Een merkbare toxiciteit van de sera van pernicieuse patiënten kon dus niet worden geconstateerd.

Ook zij dachten aan de mogelijkheid, dat de groei van de wortels in verband zou kunnen staan met de pH van de voedingsmedia; de pH van een 1 % serum oplossing verschilt van de pH der oplossing van S h i v e slechts 0,4. Wanneer de waterstofionenconcentratie van Shive's oplossing werd veranderd om deze gelijk te maken aan die van een 1 % serum oplossing, door toevoeging van natriumhydroxyd, dan bleef de groei over 't algemeen gelijk en bleek slechts in enkele gevallen grooter dan die in de normale oplossing van Shive. Het is opmerkelijk, dat een geringe verhooging der waterstofionenconcentratie van de serumoplossing somwijlen den groei versterkt.

Het feit, dat een 1 % serumoplossing tot een sterkeren groei van bacteriën zal leiden dan in Shive's oplossing mogelijk is, verklaart echter niet het verschil in groei der wortels in de laatste solutie en in 1 % serum oplossing, want deze bacterie groei was aan het eind van 24 uur zeer gering.

Ook bij andere vormen van anaemie heeft U p j o h n den groeiindex bepaald; hij vond, dat deze niet verlaagd was. Bij zeven gevallen van secundaire anaemie heeft hij een groeïindex gevonden, varieerende tusschen 60,6 % en 88 % met een gemiddelde waarde van 74,7 %.

U p j o h n kwam tot de conclusie, dat, waar de groeiverschillen bij normale menschen en bij patiënten met pernicieuse anaemie zoo gering waren, het onmogelijk is de diagnose te stellen op grond van het percentage van groei bij *Lupinus albus*.

U p j o h n maakt nog de opmerking dat, indien men deze proef wil gebruiken om het practisch nut van de phytopharmacologie te bewijzen en deze als een nieuwen tak van wetenschap wil toepassen, er verschillende moeilijkheden voor den dag komen; plantengroei, evenals de groei der dieren, wordt niet alleen beheerscht

door de uitwendige omstandigheden, maar ook door hereditaire invloeden. In de hier boven genoemde experimenten, waarbij de uitwendige omstandigheden, als: voedingsmedia, temperatuur, water en vochtigheid, gelijk waren, bleek de groei van de wortels merkbare verschillen te vertoonen, hetgeen door hereditaire invloeden moet worden verklaard. Het is onmogelijk het aandeel dezer hereditaire invloeden op den groei te schatten. Zelfs wanneer zaden met cotylen van dezelfde grootte en met een zelfde hoeveelheid reservevoedsel worden gebruikt, is het niet te voorkomen, dat de verschillende cotylen in hoeveelheid verschillende chemische stoffen bevatten, die aan den vroegeren groei moeten worden toegeschreven.

Upjohn en zijn medewerkers hebben de methode eenigszins gewijzigd door grootere buizen te gebruiken en meer vloeistof te nemen. Macht gebruikte steeds 10 cc voedingsmedia en serum oplossingen; Upjohn nam plus minus 27 cc voedingsmedia en serum oplossingen. Verder scheen hij geen fijn gemalen *Sphagnum* te gebruiken, dat te voren eenige malen met heet water moet worden behandeld, doch sprak van vochtig gemaakt, zuiver *Sphagnum*.

Het pH-gehalte van de oplossing van Shive bedroeg vóór de proef gemiddeld 4,- en de 1 % serum oplossing gemiddeld pH 4,4; er waren kleine variaties. Hoe klein deze waren, heeft hij echter niet opgegeven. Na 24 uur werd de pH weer bepaald; er werden dan kleine veranderingen in de pH waarden van de verschillende oplossingen geconstateerd, n.l. Shive's oplossing 4,—, de 1 % serum oplossing pH van 4,3 tot 4,4. Verder nam hij, om de kans op fouten nog kleiner te maken, inplaats van 10 kiemplantjes voor ieder serum nu 15.

In 1929 onderzocht Max Wachstein (144) van het Instituut voor algemeene en experimenteele Pathologie der Weensche Universiteit eenige gevallen van pernicieuse anaemie. Wanneer we echter de ziektegeschiedenissen nagaan, dan blijkt, dat alle gevallen — er waren er 13 — vóór de phytopharmacologische proeven reeds waren behandeld, hetzij met arseen, lever of bloedtransfusie. Alleen geval nr. 11 had tevoren geen medicamenten gehad; zijn serum vertoonde een remming van den groei; de groeiïndex was 57,6 %. De 12 andere gevallen waren tevoren behandeld. Drie

gevallen hadden indices van 90, 80 en 71,9 %; hier was dus geen sprake van remming. De eerste patiënt had een dag te voren Solarson en lever gehad, de tweede was een tijdje met lever behandeld en de derde had 10 dagen tevoren een bloedtransfusie gekregen.

Dat deze korte voorbehandeling reeds invloed zou hebben is mogelijk, doch niet waarschijnlijk. Immers M a c h t onderzocht zijn patiënten 4 à 6 weken na behandeling en dan nog was de stijging der indices zeer gering.

Drie andere patiënten, die reeds langen tijd onder leverbehandeling hadden gestaan en zoo goed als genezen waren, — zij waren weer aan den arbeid gegaan — hadden zeer lage groeicoëfficienten, n.l. 48,-, 51,3 en 47 %. Dit komt dus niet overeen met de bevindingen van M a c h t, die in alle behandelde gevallen een hoogen groeïndex vond.

Nog een ander verschijnsel had W a c h s t e i n getroffen: bij het serum van eenzelfden patiënt, op verschillende tijden onderzocht, bijv. met een tusschenperiode van een of twee weken, bleken de groeicoëfficienten sterk te schommelen (62,5, 85,4, 71,4 %), terwijl de bloedbevindingen op de verschillende tijden en het welbevinden van den patiënt dezelfde waren. Dit verschijnsel maakte op hem den indruk, alsof de remmende stof in het serum van behandelde gevallen van pernicieuse anaemie in verschillend hooge concentratie in het bloed moest voorkomen.

Met het oog op deze veronderstelling kwam hij zelfs tot de meening, dat de drie gevallen, waarbij de coëfficienten hoog waren onder de behandeling, in een stadium verkeerden, dat de remmende stof weinig in het bloed aanwezig was. De remmende stof zou dus een soort up and down in het bloed vertoonen en dit binnen den tijd van een of twee weken. Het zou zeker niet van belang ontbloot geweest zijn, indien W a c h s t e i n het serum bij een zelfden patiënt dagen achtereen onderzocht had om te zien, of de groeïndex ook dan schommelde of anders hetzelfde serum twee of meerdere malen had onderzocht.

In één geval n.l. nr. 2, constateerde W a c h s t e i n, dat de coëfficient van 51,7 % tot 35,7 % daalde. Het betrof een patiënt, die reeds 4 weken onder leverbehandeling stond, maar die nog

een duidelijke anaemie vertoonde; het erythrocyten aantal bedroeg bij het eerste onderzoek 2.900.000. Na een week werd een tweede onderzoek gedaan, waarbij het erythrocyten aantal 3.370.000 was en toch was de groeïndex, die bij het eerste onderzoek 51,7 % bedroeg, nu tot 35,7 % gedaald, ondanks de verbeteringen in de bloedbevindingen en in den algemeenen toestand.

Een ander geval laat een ander beeld zien.

Een onbehandelde patiënt had bij binnenkomst een erythrocyten aantal van 970.000 en toch bedroeg de index meer dan de hoogste waarde in de gevallen door M a c h t gevonden, nl. 57,6%. Ondanks een intensieve behandeling met lever gedurende 4 weken, waarbij het E. aantal tot 2.500.000 steeg, bleef de groeïndex bijna op dezelfde hoogte, n.l. 58,5 % en 61,7 %.

Een tegengesteld beeld kwam bij twee andere patiënten aan den dag. Ze kwamen binnen met typische P.A. symptomen en ondanks de intensieve therapie, waarbij één van hen ook nog een antiluetische kuur onderging, verbeterden de algemeene toestand en de bloedbevinding niet, hoewel de index duidelijk steeg, n.l. van 47 % tot 70,2 % en 77,6 % en van 39 % tot 65,3 %.

W a c h s t e i n heeft ook sera, afkomstig van andere ziekten, onderzocht. Hij deelt deze anders in dan M a c h t. Tuberculeuse patiënten met anaemie deelt W a c h s t e i n in bij de secundaire anaemieën, terwijl M a c h t de tuberculeuse patiënten allen in een afzonderlijke groep brengt. M a c h t rekent onder de groep „secundaire anaemie", patiënten met spruw, Hodgkin, haemolytische icterus, pellagra, carcinoom en ziekte van Banti.

Bij de beoordeeling van de waarde van den phytotoxischen index bij de verschillende ziekten door verschillende onderzoekers, moet men met de wijze van indeeling rekening houden.

W a c h s t e i n vond de volgende waarden:

Secundaire anaemie.	*Groei-index.*
Tuberculose met sec. anaemie	60,2 %
„ „ „ „	45,5 %
Carcinoma recti	56,7 %
Ulc. ventriculi	63,1 %
Leukaemie.	
Chron. lymph. leukaemie	53,5 60,0 %

Chron. myeloische leukaemie	59,7 %
Kleincellige lymph. leukaemie	60,1 %
Chron. lymph. leukaemie	82,9 %
Icterus.	
Haemolytische icterus	71,4 %
Lichte stuwings icterus	72,0 %
Icterus catarrhalis	52,8 %
Cholecystitis, acute leveratrophie	58,9 %
Icterus catarrhalis gravis, tumor ad portam hepatis	62,6 %

Bij die ziekten, waar het juist op aankomt, zijn de door W a c h s t e i n gevonden uitkomsten anders dan de door M a c h t gepubliceerde, o.a. bij pernicieuse anaemie, tuberculose en leukaemieën.

T s c h e r k e s (137) kon vaststellen, dat de index onafhankelijk is van ouderdom en geslacht der patiënten. Verder constateerde hij, dat paarden-, ossen-, schapen-, honden-, varkens-, konijnen-, ganzen-, eenden-, hoender- en duiven-serum eveneens den groei der wortels remt, het sterkst vertoonde het konijnen serum dit verschijnsel.

Bij drie, in het ziekenhuis pas binnengekomen, tevoren niet behandelde pernicieus anaemische patiënten, bedroeg de phytotoxische index 46 tot 47 %. Zeven andere patiënten waren reeds 7 tot 12 maanden onder levertherapie gesteld en konden voor volkomen gezond worden verklaard. Vóór de behandeling vertoonden de patiënten typische symptomen van zware pernicieuse anaemie. Ondanks het wel bevinden der patiënten en het feit, dat ze de levertherapie niet onderbroken hadden, was de phytotoxische index zeer laag, n.l. tusschen 47 en 50 %. Bij één patiënt was de index 54 %.

Andere bloedziekten werden eveneens onderzocht, n.l. Myelose, Polyglobulie, Leukaemie, ziekte van Banti, secundaire anaemieën. Verder Lupus, Syphilis, Typhus abdominalis, Croupeuse pneumonie, Kanker, Icterus, enz.

T s c h e r k e s vond echter bij geen dezer patiënten een remming gelijk aan die bij pernicieuse anaemie. Hij komt tot de conclusie, dat de phytotoxische index een hulpmiddel is om de pernicieuse anaemie te diagnostiseeren.

V e d d e r (140) heeft in 1929 bij zijn studie betreffende de

pathogenese en therapie der pernicieuse anaemie ook de waarde van de phytopharmacologie van M a c h t nagegaan. De door hem toegepaste methode is, uitgezonderd de zaden, dezelfde als de door M a c h t beschrevene. In plaats van *Lupinus albus L.* heeft hij een variëteit genomen, n.l. *Lupinus luteus v. albus.* Deze zaden zijn veel kleiner dan *Lupinus albus L.* Of ze op dezelfde wijze reageeren als *Lupinus albus* is niet met zekerheid te zeggen, daarvoor zou men vergelijkende proeven moeten nemen. Gaan we den groei der kiemplantjes afzonderlijk na in de door V e d d e r gegeven staten, dan zien we, dat de groei in de voedingsoplossing, Shive's solutie, gedurende 24 uur per plant van 0 m.M. tot 6,5 m.M. varieert. Zeer sprekend is, dat, van de 9 planten in Shive's solutie er 4 in het geheel niet groeiden! Twee oorzaken kunnen aan dit verschijnsel ten grondslag liggen: ten eerste, dat de oplossing van Shive voor de kiemplantjes van *Lupinus luteus v. albus* schadelijk is; niet alle kiemplantjes groeien in voedingsoplossingen goed. Ten tweede, dat de zaden van *Lup. luteus v. alb.* door V e d d e r aangewend, geen regelmatigen groei vertoonen. Verder kan het ook liggen aan de onvoldoende selectie. Waar M a c h t juist den nadruk gelegd heeft op den eisch van de uniformiteit der zaden en dat ze in de voedingsoplossing goed moeten groeien, kunnen de door V e d d e r gevonden waarden niet zonder slag of stoot worden aanvaard.

Bij 3 gevallen van normaal sera, voor de reactie van Wassermann opgevangen, vond hij groeiïndices van 80 %, 117 % en 77,5 %. Bij 7 gevallen van pernicieuse anaemie vond V e d d e r:

Vóór de behandeling.	Na de behandeling.
55 %	
37 %	
40 %	73 %
47 %	69 %
	68,5 %
36,4 %	
47,9 %	
13,7 %	

De phytotoxische indices vóór de behandeling zijn alle aan den

lagen kant, overeenkomende met de door Macht gevonden waarden. Alleen de eerste patiënt vertoont een groeiremming even boven de 50 %. Ook de drie indices na de behandeling van de patiënten liggen in het kader der door Macht waargenomen feiten, n.l. verhooging der indices.

Verder vond Vedder bij:

Uraemie	33 %
Uraemie	29,3 %
Pat. met icterus	41,1 %
Mitraal stenose	26 %

Bestraling met ultraviolette stralen van een pernicieus serum, gaf in plaats van een ontgifting der remmende stof, juist een versterking der remming, dus tegengesteld aan hetgeen Macht vond. Indien echter vóór de bestraling een sensibilisator, n.l. eosine 1 : 100.000 aan het serum wordt toegevoegd, dan heeft er wel een ontgifting plaats; maar dit treedt niet alleen bij serum van pern. anaemie op, maar ook bij serum van een patiënt met mitraalstenose en bij een serum van een patiënt met icterus. Macht vond de ontgiftende werking van bestraling, al of niet gecombineerd met fluoresceerende stoffen alleen bij pern. anaemie en niet bij andere ziekten.

Vedder vond, dat konijnenserum normaal menschen serum kan vervangen, omdat het denzelfden index geeft. Wachstein (144) heeft een tegengestelde meening; hij vond, dat alle huisdieren sera toxisch werken en dat konijnenserum den remmenden invloed het sterkst vertoonde.

In 1930 verscheen een publicatie over de phytopharmacologie van de hand van L. Johanning (42), die zich reeds langen tijd met dit onderwerp had beziggehouden. Het onderzoek zelf heeft twee jaar eerder plaats gehad, n.l. in het voorjaar van 1928. De reden, waarom hij juist het voorjaar koos, lag in de omstandigheid, dat de zaden, waarmede hij werkte, in de andere seizoenen van het jaar niet wilden kiemen, m.a.w. een goede kieming scheen gebonden te zijn aan een bepaald jaargetijde, in casu het voorjaar. In den zomer, het najaar en den winter kreeg hij zulke onbruikbare kiemplantjes, dat betrouwbare proeven uitgesloten waren. Hem bleek, dat, hoewel de techniek in het begin eenvoudig lijkt, het

verdere onderzoek op vele moeilijkheden stuit, die eerst na lange oefening kunnen worden overwonnen. De uitwendige omstandigheden als temperatuur, voedingsbodem, invloed van het licht, kunnen geëlimineerd, d.w.z. steeds constant gehouden worden; de grootste moeilijkheid ligt echter in de proefobjecten zelf, n.l. de zaden.

De door Johanning gebruikte zaden waren slechts voor 25 % kiemkrachtig, terwijl Macht zaden had, die voor 100 % kiemkrachtig waren. Later gebruikte Johanning betere zaden, n.l. van z.g. „Zuivere lijnen", die slechts voor 60 tot 70 % kiemkrachtig waren, maar ook hier verkeeg hij zeer wisselende resultaten.

Van zeven onderzochte gevallen van pernicieuse anaemie vertoonden er vier groeiremming; in twee gevallen vond hij groeicoëfficienten van 100 % en meer; één geval vertoonde een bijzonder lagen groeicoëfficient, nl. 7 %, het bloed was hier eenige uren voor den dood afgenomen.

Bij 20 proeven met sera, afkomstig van menstrueerenden, vond Johanning onregelmatige getallen, die de uitkomsten van Macht niet bekrachtigden. De waarden der gevonden indices worden niet vermeld. Daar de door hem onderzochte sera afkomstig waren van vrouwen tijdens de menstruatie, die niet gezond waren, doch herstellende na allerlei ziekten, kan de onregelmatigheid wellicht daaraan worden toegeschreven, hetgeen hem echter niet waarschijnlijk lijkt. Ook bij een reeks van andere ziekten, zooals: Leukaemie, Tuberculose, Secundaire anaemie, Chron. arthritis, Pneumonia, Roodvonk en Mazelen, vond de schrijver onregelmatige waarden en *voor een deel even lage waarden*, als Macht bij pernicieuse anaemie gevonden had. (Geen opgave der indices.)

Contrôle proeven in Shive's solutie, door hem verricht, laten zeer uiteenloopende cijfers zien. Hij verkreeg waarden, die van 15 % tot 147 % varieerden, hetgeen wijst op een onregelmatigen groei der wortels! De door hem gevonden waarden moet men dan ook met eenige reserve aanvaarden.

HOOFDSTUK II.

GROEI VAN WORTELS.

Gaat men den groei van wortels gebruiken als toets voor de beoordeeling van pharmacologische werkingen, dan heeft men er zich rekenschap van te geven, daarmede een fundamenteel, belangrijk, doch tevens zeer moeilijk gebied der plantkunde te betreden.

Sinds eenige jaren vormen de problemen der groeiverschijnselen een voornaam deel in het physiologisch en biologisch onderzoek. De vraagstukken betreffende de groeistoffen of hormonen, die daarbij — naar reeds thans gebleken is — een gewichtige rol spelen, haar vorming, werking en samenstelling, zijn nog allerminst tot een einde gebracht. De aanwezigheid van deze groeistof in coleoptilen van grassen, is door Boysen-Jensen (9) in 1910 reeds vermoed en in 1919 heeft Paál (105) het bewijs van haar bestaan geleverd. Aan Went Jr. (147) komt de eer toe de groeistof te hebben geïsoleerd. De concentratie der groeistof heeft hij bepaald uit de kromming van *Avena* coleoptilen. Voor uitgebreider beschrijving verwijs ik naar het oorspronkelijk stuk, eveneens voor uitgebreider opgave van literatuur. In den loop van 1931 is het aan F. Kögl en A. J. Haagen Smit (45) gelukt, om deze groeistof, die ze met den naam *Auxin* bestempelden, te isoleeren; behalve uit coleoptilen, eveneens uit schimmelculturen, dierlijke en menschelijke weefselvochten en excreta, zooals bloed en urine. Door deze resultaten heeft de wetenschap een sprong vooruit genomen en is een groot en nieuw arbeidsveld voor experimenteel onderzoek geopend. Den onderzoekers is opgevallen, dat urine van zwangeren een zeer hooge concentratie groeistof bevat.

De vraag, naar de onderlinge verhouding van celdeeling en celstrekking in hun beteekenis voor den groei der planten, wacht nog op beantwoording. Onderzoekingen in deze richting zijn o.a. door H. de Vries (143) gedaan, terwijl het mechanisme der cel-

strekking door H e y n (37) uitvoerig in zijn proefschrift is behandeld.

Wil men over groei in het algemeen spreken, dan wordt dus een zeer uitgebreid terrein betreden. Voor het doel, bij dit onderzoek voor oogen gesteld, kunnen deze vraagstukken echter grootendeels buiten beschouwing blijven en is het mogelijk zich te bepalen tot de allereenvoudigste verschijnselen, omdat bij dit onderzoek juist van deze gebruik wordt gemaakt.

Bij de door M a c h t aangegeven methode van onderzoek, de *phytopharmacologie*, wordt, gelijk vroeger reeds vermeld werd, één eigenschap van den groei van wortels, nadat de uitwendige omstandigheden zoo constant mogelijk gehouden worden, als *maatstaf* voor inwerking van toxische stoffen genomen; die eene eigenschap is de *lengte-groei*.

De lengte-groei is zeker een van de groeiprocessen, die men het gemakkelijkst en het vlugst kan meten. Daar hij binnen niet al te korten tijd met den millimeter meetbare opmetingen veroorlooft, zal de phytopharmacologie een practisch bruikbare methode van onderzoek kunnen zijn, indien althans mocht blijken, dat hij, in gelijke omstandigheden, constante waarden oplevert. Hierover zal in een der volgende hoofdstukken worden gehandeld.

Lengte-groei.

Gaan we na, wat over den lengte-groei van wortels in het algemeen bekend is, en van de door ons gebruikte wortels in het bijzonder, zoo blijkt het, dat deze zeer uiteenloopende waarden te zien geeft.

Iedere soort zaad heeft haren eigen vorm, hare eigen grootte, haren eigen lengte-groei en nog meerdere andere individueele eigenschappen. In het algemeen blijkt het, dat de groei afhangt van verschillende uitwendige factoren, zooals: de temperatuur, het watergehalte van den bodem, het licht en de voeding.

Daar verschillende soorten van zaden verschillende inwendige eigenschappen hebben, reageeren ze op deze uitwendige omstandigheden anders. Voor iedere soort zaad moet dus een eigen maatstaf aangenomen worden; en ook zullen voor iedere soort zaad

de verhoudingen moeten worden gezocht, die voor haar de gunstigste voorwaarden scheppen.

Invloed van de temperatuur.

Nauwkeurige onderzoekingen over den invloed van de temperatuur op den groei van plantendeelen en planten werden voor het eerst in de 17e eeuw verricht. Het is A. Adanson (1) geweest, die er zich in de jaren 1653—1663 mee bezighield. Eerst twee eeuwen later richtte Boussignault (8) zijn aandacht op hetzelfde onderwerp. Hij voerde den term „warmtesom" in, waaronder hij verstond de temperatuur, uitgedrukt in het hoogste aantal graden, dat de thermometer dagelijks aanwees, vermenigvuldigd met het aantal dagen, dat verliep, totdat een bepaald punt in de ontwikkeling bereikt was, of ook de gemiddelde maandtemperatuur, vermenigvuldigd met het aantal dagen.

Bij deze proeven werd de thermometer slechts éénmaal per dag afgelezen. Gelijk vanzelf spreekt, moet deze wijze van doen nog slechts zeer primitief genoemd worden.

Claas Mulder (98) merkte in 1829 naar aanleiding van proeven over den groei van een blad van *Urania speciosa* en een bloem van *Cactus grandiflorus* op, dat de groei van het dunne Uraniumblad op het warmste gedeelte van den dag het geringst was en zelfs stilstond; voor de Cactusbloem gold juist het tegenovergestelde.

Hij was de eerste, die scherp den eisch in woorden bracht om, bij proeven naar den invloed der temperatuur op groeiprocessen, eerst den invloed van andere uitwendige en van de inwendige factoren na te gaan.

In 1842 deed Harting (34) een mededeeling verschijnen, waarin een methode van onderzoek beschreven stond, welke de vorige onderzoekingswijzen in nauwkeurigheid verre overtrof. Bij zijn proeven met spruiten van den hop ontdekte hij de erfelijke snelheidsverandering van den groei.

Ditzelfde werd door Münter (97) een jaar later (1843) voor allerlei plantendeelen eveneens waargenomen.

Verder ontdekte Harting, dat de temperatuur ook afhing van den vochtigheidstoestand der atmosfeer en dat, boven een be-

paalde temperatuur, hij meende 20°C., de groei verminderde. Hier werd dus in principe reeds gevonden, wat later in 1857 door Sachs (121) perioden van groei en groei-optimum genoemd werd.

Ook Blackman's theorie, wat betreft den invloed van beperkende factoren, is in Harting's onderzoek gedeeltelijk en in principe reeds gevonden.

Het kan niet anders, of met de voortschrijding van den tijd ging men de methode van onderzoek vervolmaken. De Candolle A. (11) onderwierp de werkwijze zijner voorgangers aan een scherpe critiek. Hij gispte het werken met temperatuursommen, het te geringe aantal waarnemingen, het niet bestudeeren van verschillende andere levensverrichtingen van den plant, het niet in aanmerking nemen van den invloed der nevels op de werking der warmtestralen van de zon, de tweevoudige werking van het zonlicht, als warmtebron en de chemische stralen.

Toch heeft hij bij zijn proeven ook zelf nog met temperatuursommen gewerkt, en heeft hij den tweevoudigen invloed van het zonlicht evenmin als zijn voorgangers, voldoende in aanmerking genomen; hijzelf erkende, dat zijn methode niet aan alle eischen voldeed en dat er nog vele fouten aan zijn onderzoek kleefden. Al waren zijn proefplanten in de schaduw geplaatst, er werd niet voldoende rekening gehouden met de wisseling der belichting, met den vochtigheidstoestand der lucht en met etiolementsverschijnselen. Van de onvolmaaktheid zijner werkwijze bewust, hoopte hij, dat anderen na hem het beter zouden doen en de door hem genoemde bezwaren in aanmerking zouden nemen.

Zijne aanwijzingen zijn dan ook inderdaad door een volgend onderzoeker, Sachs (121), in acht genomen. Deze werkte een methode uit, die belangrijk beter aan de te stellen eischen voldeed.

Ofschoon ook zijn werkwijze niet de volmaaktheid had, die we tegenwoordig met betere technische hulpmiddelen kunnen bereiken, vormen de resultaten en de daaruit afgeleide wetten den grondslag voor onze huidige kennis over lengte-groei van hoofd- en zijwortels.

Uit Sachs' proeven bleek, dat de eene soort zaad zich anders gedraagt dan de andere. Sachs heeft proeven genomen met de

zaden van *Zea-mais, Phaseolus-multiflorus, Pisum-sativum, Wintertarwe, Zomergerst* en *Vicia-Faba.*

Allereerst merkte deze onderzoeker op, dat bij gelijkblijven van temperatuur en andere uitwendige omstandigheden, als licht en voedingsbodem, de groei der wortels niet gelijkmatig was. Bij *Zeamais* was de groei bij een gemiddelde temperatuur van 11,8° R. (11—13° R.) met een beginlengte van 2 m.M. gedurende de eerste 4 dagen 0; de daarop volgende 48 uren bedroeg de toename 3,6 m.M., dan 9,6 m.M., daarna 14,8 m.M., en de daarop volgende 48 uur 59 m.M.

De groeisnelheid was dus ongelijkmatig en daar alle uitwendige omstandigheden gelijk bleven, moest de wisseling van de groeisnelheid aan inwendige, organische eigenschappen worden toegeschreven. Dezelfde proeven met *Phaseolus-multiflorus* herhaald, gaven hetzelfde beeld, ook hier was de groei ongelijkmatig. De eerste vier dagen bedroeg hier de toename 2 m.M. de daarop volgende 48 uur 6,5 m.M., dan 5,5 m.M., daarna 37 m.M. en de laatste 48 uur 46 m.M.; de lengte van de wortels bij het begin der proef was 3 m.M.

Dezelfde proeven met *Pisum-sativum* gedaan, eveneens bij gelijke temperatuur, leerden andere verhoudingen kennen. Bij een oorspronkelijke wortellengte van 3 m.M. was de lengtegroei gedurende de eerste 4 dagen 16 m.M., de daarop volgende 48 uur 10 m.M., dan 26,6 m.M., daarna 59,1 m.M. en ten slotte in 48 uur 35,3 m.M.

Bij *Pisum-sativum* bleek na den 10en dag de lengte-groei weer af te nemen, terwijl hij tot dien dag steeds toenam. Den 10en dag had de wortel een lengte van ruim 11 c.M., zoodat ze haar definitieve lengte bijna bereikt had, wat zich uitte in een vermindering der verdere lengtetoename. Ware de temperatuur hooger geweest, dan zou de maximale lengte-groei eerder bereikt zijn en de afname ook eerder zijn begonnen. De opmerking moet nog gemaakt worden, dat S a c h s den afstand tusschen de worteltop en de cotylen-aanhechting als wortellengte nam; het hypocotyl werd dus medegerekend. De cijfers zijn verkregen als gemiddelden uit meerdere wortels; hoeveel er werden genomen, vermeldde S a c h s niet.

Proeven met *Vicia-Faba* bij dezelfde temperatuur gaven hetzelfde

te zien. De lengtetoename was echter anders dan bij *Pisum-sativum*. Bij een beginlengte van 4 m.M. was de toename gedurende de eerste 4 dagen onmerkbaar, na 6 dagen was de vermeerdering 6 m.M., de daarop volgende 2 dagen 15 m.M., de volgende 2 dagen 28,5 m.M. en de laatste 48 uren 29,5 m.M.

Uit bovenstaande proeven blijkt dus, dat voor iedere soort zaad de lengtegroei anders is, doch dat de optimale lengtegroei, waarna een vermindering der toename optreedt, voor iedere soort zaad specifiek is. Wil men van den lengtegroei gebruik maken als indicator voor den invloed van chemische stoffen, dan zou men voor de wortels van iedere soort zaad bij een bepaalde constante temperatuur de groeisnelheid in een bepaalde periode moeten vaststellen, omdat die snelheid met den dag verandert.

Behalve bij afwaarts groeiende deelen van kiemplanten heeft S a c h s ook metingen verricht bij opwaarts groeiende deelen. Ook in het tweede geval bleek, dat de lengtetoename bij dezelfde constante temperatuur, in een bepaalden tijd, in opeenvolgende dagen, niet gelijk was en dat ook de stengelgroei voor iedere soort zaad anders is. Evenals bij wortelgroei zag hij in den eersten tijd een toenemende groei van den kiemstengel en de primordiaalbladeren, die later overging in een vertragende phase, onafhankelijk van de temperatuur. De groeitoename der plumula was in de eerste dagen niet zoo snel als bij de wortels, zoodat de grootste groeisnelheid ook later optrad.

Daar bij deze proeven slechts lengtegroei der wortels ter sprake komt, zullen de cijfers der lengtetoename van stengeldeelen niet vermeld worden zooals S a c h s ze heeft gevonden, ook daarom niet, omdat men in dat geval met planten moet werken, waaraan zich bladeren hebben gevormd en het is gebleken, dat deze minder gevoelig zijn. Door het optreden van ingewikkelder levensprocessen, zooals assimilatie en bladgroenvorming, heeft men daar met te samengestelde processen te doen, die den groei meer of minder beïnvloeden.

In het algemeen kan men uit de tot dusver vermelde proeven besluiten, dat zoowel de opwaarts als de afwaarts groeiende kiemdeelen in de eerste dagen aan groeisnelheid toenemen, totdat volledige stilstand intreedt. Daar zoowel de wortels als de internodiën

en bladeren slechts een begrensde lengte bereiken, behoeft de afname der groeisnelheid ons niet te verwonderen.

Voor de kennis van den groei van wortels is het noodzakelijk te weten, bij welke temperatuur of temperaturen deze het snelst groeien, de z.g. optimum temperatuur. Voor *Zea-mais* vond S a c h s, dat de strekking der kiemwortels het snelst is bij 27° R.; bij hoogere of lagere temperatuur nam de snelheid in sterke mate af. Voor de kiemplantjes van de *Phaseolus-multiflorus*, vond hij een optimum temperatuur van 21° R. Voor de kiemwortels van *Dolichos-lablab* een optimum temperatuur van 22,8° R. Voor *Cucurbita-Pepo* vond S a c h s, dat de optimum temperatuur waarschijnlijk even onder 27° R. ligt. Voor *Pisum-sativum* is de optimum temperatuur waarschijnlijk even beneden 22° R. vastgesteld. Voor de *zomergerst* en *wintertarwe* bedraagt zij 22,8° R.

Uit bovenstaande cijfers blijkt duidelijk, dat de temperatuur, waarbij de wortels zich het snelst ontwikkelen, voor iedere soort zaad verschilt. De hier genoemde optimum temperatuur is alleen geldig voor kiemplantjes; voor oudere planten ligt zij meest hooger. Temperaturen, die schadelijk zijn voor kiemplantjes, behoeven dit voor oudere planten niet te zijn.

Voor de *plumula* werden eveneens de optimum temperaturen vastgesteld bij *Zea-mais, Phaseolus-multiflorus, Pisum-sativum, tarwe* en *gerst*. Ook bij de plumula bleek, dat de optimum temperatuur bij de verschillende soorten zaden niet gelijk is. Over het algemeen ligt de optimum temperatuur hier bij 27° R.

De bovenaangehaalde cijfers zijn gemiddelden van enkele exemplaren. Hoeveel proefexemplaren hij iedere keer genomen heeft, vermeldde de onderzoeker niet. Wèl legde hij er den nadruk op, dat de cijfers slechts waarde hebben om bepaalde regels uit de proeven af te leiden, *omdat de lengtegroei van wortels van dezelfde soort zeer sterk verschilde*. Hoe groot die variatie was, vermeldde S a c h s evenmin. Op dit feit moet met nadruk gewezen worden, omdat de *phytopharmacologie van M a c h t juist alleen van den lengtegroei gebruik maakt*.

De meest regelmatige kieming vindt bij de optimum temperatuur plaats, terwijl in de nabijheid der maximale en minimale kiemingstemperaturen een groot aantal zaden bederven; dit valt vooral op,

wanneer men de zaden bij de gunstigste temperaturen, zonder uit te kiezen, uitplant. Uitgaande van rijpe zaden heeft Sachs steeds alle zaden tot kieming kunnen brengen, wanneer de temperatuur gedurende het kiemproces tusschen 15—25° R. lag, in het bijzonder wanneer ze niet dan zeer geringe schommelingen vertoonde. Echter zijn de snelheid en de kracht, waarmede de kiemplantjes zich ontwikkelen, zeer verschillend, ook bij zaden van eenzelfde plant. *Ja, zelfs nog, wanneer men zaden van eenzelfde grootte uitzocht, was het nauwelijks mogelijk geheel gelijk uitziende kiemplanten voor vergelijkende proeven te verkrijgen.*

Sachs meende de oorzaak voor dit verschijnsel te vinden in den weerstand, dien de kiemwortels ondervinden van de zaadhuid. Bij het doorbreken van de kiemwortels zouden deze door de zaadhuiden onvermijdelijk verbogen worden en letsel ondervinden. Daar het bekend is, hoe gevoelig jonge plantjes voor de allerkleinste beschadigingen zijn, is het niet te verwonderen, dat de uitgroeiende wortels dien weerstand als een schadelijken invloed ondervinden. In hoeverre deze verklaring juist is, valt niet met zekerheid te zeggen. Geheel bevredigen kan zij mij niet. Zoo is het wel merkwaardig, dat, lang nadat de wortels door de zaadhuid zijn gegroeid, de verdere lengtegroei individueel en onderling ongelijk blijft. Dit is uit den aard der zaak niet daardoor te verklaren, dat de wortel voor zijn groei eerst den weerstand van de zaadhuid heeft moeten overwinnen. Indien men zaden uitkiest, waarvan de wortels tegelijkertijd kiemen, dan blijkt, dat ook dan de verdere lengtegroei dier wortels steeds ongelijk blijft.

Ofschoon de zaadhuid zeker een rol speelt bij het doorbreken der wortels, is die rol blijkbaar gering en moet de ongelijke groei der wortels grootendeels aan andere oorzaken worden toegeschreven. De individueele groeikracht der zaden zal hierbij zeker van niet onbelangrijke beteekenis zijn.

Na voor de verschillende zaden de optimum temperaturen te hebben vastgesteld, heeft Sachs ook de *minima* en *maxima* der groeitemperaturen voor de verschillende soorten proefobjecten bepaald. Ook hier ondervond hij groote moeilijkheden en wel door de ongelijkmatige reactie der verschillende zaden, zoodat met gemiddelden moest worden gewerkt. Verder was het heel lastig de

temperatuur gedurende dagen achtereen constant te houden, zoowel voor de minimum- als voor de maximum temperaturen.

Deze minimum- en maximum temperaturen zijn later door andere onderzoekers voor andere zaden bepaald; o.a. door T a l m a E. G. C. (134) in 1917, echter alleen voor de *Lepidium-sativum*.

S a c h s vond, dat *Zea-mais*, *Phaseolus-multiflorus* en *Cucurbita-Pepo* binnen 48 uren kiemden, als de gemiddelde temperatuur 34° bedroeg, het maximum eenige uren op 37° bleef en het minimum niet beneden 31° kwam. Daarom ligt voor deze zaden het hoogste nulpunt zeker boven 34° R. en waarschijnlijk kunnen ze nog bij 37° R. kiemen. *Tarwe* (wintervariëteit) groeide niet, wanneer de temperatuur tot 37° steeg; het bleek, dat ze bij een gemiddelde temperatuur van 30,6° wel kiemde, wanneer het maximum niet boven 34,5° uitkwam; de maximum temperatuur ligt voor de tarwe dus even boven 34°.

De *gerst* is nog gevoeliger voor hooge temperaturen, want bij de gemiddelde temperatuur van 26,6° waarbij het maximum tot 31,5° reikte, stierven de zaden af, zonder tot ontkieming te komen; wanneer echter de gemiddelde temperatuur 27° bedroeg en het maximum slechts 28,5° was, dan ontkiemden ze wel; het nulpunt ligt dus tusschen 29° en 30°.

Erwten kiemden nog zeer krachtig, wanneer de gemiddelde temperatuur 30,6° was en het maximum 34° bereikte, daarom ligt het nulpunt boven 34°.

S a c h s gaf de volgende tabel der drie fixatie punten voor de door hem onderzochte zaden, n.l. het minimum, het maximum en het optimum der kiemtemperaturen, echter met de meest uitdrukkelijke toevoeging, dat het slechts benaderende waarden zijn.

	Minimum	Optimum	Maximum
Zea-mais	7,5° R	27° R	37° R
Phaseolus-multiflorus	7,5	27	37
Cucurbita-Pepo	11	27	37
Erwten	4	23	34
Gerst	4	23	30

T a l m a (134) vond voor *Pisum-sativum* andere cijfers voor het minimum; bij 4°, 6,8° en 9¾° C. zag hij nog duidelijk groei. Er

was geen reden om aan te nemen, dat de groei plotseling ophoudt. En al zou geen macroscopisch meetbare groei waar te nemen zijn, dan wil dat nog niet zeggen, dat men microscopisch geen groei zou vinden.

Ook voor maximum temperaturen vond T a l m a afwijkende cijfers.

Nu moet in het oog worden gehouden, dat de werkmethode van T a l m a anders was dan die van S a c h s, zoodat de uitkomsten allicht eenige verschillen geven. Heel groot zijn deze echter niet, zoodat de onderzoekingen van S a c h s op dit gebied fundamenteel zijn gebleven. Verder werd door S a c h s met andere zaden gewerkt; uit zijn proeven blijkt niet, dat de zaden nog zouden reageeren bij zeer lage temperaturen. T a l m a vond bij 0° nog groei; er werden echter geen proeven genomen bij nog lagere temperaturen, dus beneden 0°.

De volgende tabel, een van de vele die T a l m a gegeven heeft, geeft den groei weer bij verschillende temperaturen.

Lepidium-sativum is proefobject. (zie tabel blz. 36.)

L e h e n b a u e r (49), die den invloed van de temperatuur op den lengtegroei der wortels van *Zea-mais* naging, vond bij een waarneming die 3 uur duurde, een optimum temperatuur van 29° C., bij een waarneming van 9 en 12 uur een optimum temperatuur van 27° C.

De optimum temperatuur voor eenzelfde soort zaad is dus niet zonder meer op te geven; zij is afhankelijk van verschillende factoren, zooals voedingsmedia, vochtigheidstoestand van de lucht, zuurstofgehalte van de lucht en ook van den duur der proef bij een bepaalde optimum temperatuur. Ook hier ziet men weer, dat, wil men zuiver vergelijkbare proeven krijgen, de werkwijze steeds nauwkeurig dezelfde moet zijn.

Als maximum temperatuur bij een waarnemingstijd van 15 uur vond L e b e n h a u e r 43° C.; bij een waarnemingsduur van 18 uur 42° C.

In 1915 publiceerde L e i t c h. I (51) haar onderzoekingen over den invloed van de temperatuur op den groei van *Pisum-sativum*. Veel nieuws heeft dit onderzoek echter niet opgeleverd.

Tenslotte zijn nog te vermelden de onderzoekingen van G r o-

4e REEKS. TABEL VI.

Temperaturen °C.	Groei in 7 uur = M	Groei per uur = M : 7	O
4.1	0.85	0.12	0.49
9.75	1.85	0.26	0.47
13	3.375	0.48	0.55
14.2	4.2	0.6	0.47
20.2	6.5	0.93	0.48
22	7.6	1.1	1.18
23.2	8.5	1.21	0.81
25	8.7	1.24	1.13
27	9.5	1.34	1.22
28	9.9	1.41	0.98
29	10.1	1.44	0.96
30	10	1.43	1.02
31	8.5	1.21	0.63
33	5	0.71	0.55
35	2.9	0.425	0.48
36.8	1.65	0.24	0.35
38.7	0.72	0.11	0.41
40	0.5	0.07	0.24

v e s J. F. (26) in 1917, die de levensduur van zaden in verband met de temperatuur behandelde. Hij werkte met hooge temperaturen tot 50° en daarboven, zoodat zijn onderzoekingen voor onze proeven niet in aanmerking komen.

Ook over den invloed van lage temperaturen op den groei van wortels zijn belangrijke onderzoekingen verricht. Voor ons doel zijn zij echter van geen belang, omdat onze proeven steeds bij een 20° C. temperatuur geschiedden.

Invloed van het licht.

Vooral in de latere jaren is het verband tusschen licht en groei een belangrijk punt van onderzoek geweest. Na de grondleggende onderzoekingen van S a c h s (122), die zich o.a. bezighield met

de werking van licht op groei van internodia, en enkele anderen als Rothert (119) en Darwin (18), is het vooral Blaauw (4,5) geweest, die in een lange reeks van onderzoekingen, dateerende van 1914—1918, onze kennis over den samenhang tusschen licht en groei zeer verrijkt heeft; zijn werk is later nog aangevuld o.a. door Arisz (2) en van Dillewijn (21).

De invloed van het licht op groeiprocessen bij de plant doet zich op twee wijzen gelden, n.l. als warmtebron en als bron van chemische stralen. Onze proeven hebben steeds in het donker plaats gehad, zoodat we met de rol, die het daglicht daarbij zou kunnen spelen, niet hebben te maken. Gedurende den tijd dat de kiemplantjes voor meting in de schalen lagen, waren ze eveneens tegen direct zonlicht beschermd. Weliswaar worden de planten bij het aanbrengen der merken ongeveer anderhalf uur aan het licht blootgesteld, maar het is bezwaarlijk aan te nemen, dat dit van overwegend belang zou zijn geweest. En zelfs al zou dit op eenigerlei wijze de processen van groei of omzetting of het transport van reservevoedsel beïnvloed hebben, zoo ware dit een fout, die bij alle proeven in gelijke mate optreedt. Aan het einde der proef zijn onze kiemplantjes steeds volkomen geëtioleerd.

Waterstofionen concentratie en groei.

Ofschoon onze kennis betreffende den invloed der H^1-concentratie op den groei nog van jongen datum is, — niet ouder dan het begin der twintigste eeuw — is de literatuur daaromtrent zoo reusachtig toegenomen, dat het bijna niet mogelijk is, zonder al te lang te worden, een kort overzicht daarover te geven. Te moeilijker is dit, omdat de, door verschillende onderzoekers gevonden resultaten, zoo sterk uiteenloopen. In het bijzonder geldt dit met betrekking tot de waterstofionen concentratie van het inwendige der planten, dus van cellen en weefsels.

Een overzicht over de verhouding van waterstofionen concentratie en groei laat zich in twee deelen splitsen; het ééne houdt zich bezig met de verhoudingen in den voedingsbodem, het andere met die in het inwendige der plant zelve. Terwijl de eerstgenoemde onderzoekingen meer van belang zijn voor den landbouw en de economie, hebben de laatstgenoemde vooral beteekenis voor de

plantenphysiologie, natuurlijk staan beide met elkander in innig verband, zoodat deze indeeling slechts een kunstmatige is.

Voor een algemeen overzicht der tot 1929 gepubliceerde gegevens, is de monographie van J. S m a l l (129) van groote waarde.

Met het oog op de door ons verrichte proeven mogen de tot nog toe bekend gemaakte feiten over het verband tusschen waterstofionen concentratie en groei in het kort vermeld worden. Uit den aard der zaak kan hier niet diep op de talrijke en ingewikkelde problemen worden ingegaan en zullen wij slechts die gegevens aanhalen, welke betrekking hebben op de planten, die door ons als proefobjecten gebruikt zijn.

a. pH van Weefselvochten.

H e m p e l (35) onderzocht het sap uit stengeltoppen van *Lupinen* op verschillende manieren; met lakmoes vond hij een waarde van pH-5,9; electrometrisch een pH. van 5.78-6.03.

Behalve van het sap der toppen heeft hij ook de waterstofionen concentratie bepaald van het sap der kiemplantjes en vond constant een pH van 5.9 electrometrisch. Verder vond H e m p e l, dat het *etiolement* geen invloed heeft op de pH van het sap.

H a a s (27) vond bij *Lupinen* in het sap der gele stengeltoppen een pH van 5.31 en in het sap der gele wortels een pH van 5.80 met de waterstof electrode.

Ook de invloed van de kieming van zaden op de pH werd nagegaan, voornamelijk, in hoeverre de pH van het sap door de physiologische verandering, die daarbij plaats grijpt, gewijzigd wordt. Dit is voor verschillende soorten zaden onderzocht, b.v. voor *Ricinus-communis* door D e l e a n o (19). Deze vond, dat een verhooging van den zuurgraad in het sap optreedt op den 8en dag na het begin der kieming. M i l l e r (92) vond een toename van vrije vetzuren in het hypocotyl van *Helinanthus-annuus* gedurende de kieming. E c k e r s o n (23) vond een vermeerdering van den totalen zuurgraad in het hypocotyl van verschillende soorten *Crataegus*.

Voor *Lupinen* vond H e m p e l (35) eveneens een verhooging van den zuurgraad gedurende de kieming. De door hem toegepaste methode was de electrometrische. Met de toename van den ouder-

dom der zaailingen neemt ook de pH-waarde toe: in 19 dagen oude kiemplantjes is de pH 5.78, in die van 20 dagen pH 5.93 en in die van 22 dagen pH 6.03; maar ook de totale zuurgraad, door titreeren bepaald, vertoont een regelmatige vermeerdering, uitgedrukt in c.M³. N/5 NaOH tot lakmoes: 19 dagen 3.65, 20 dagen 6.51, 22 dagen 7.48.

Het verloop op achtereenvolgende dagen bij een zelfde plant is door H a a s (27) voor kiemplantjes van koren onderzocht; hij vindt naast een toename der totale aciditeit een afname der pH-waarde, n.l. 5.8-5.3.

R e a en S m a l l (117) hebben met de colorimetrische indicatoren methode, waarbij ze gebruik maakten van benzine-α-azo-naphthylamine en broomcresol als indicator, de waterstofionen concentratie bepaald in de sappen der verschillende stamdeelen van tientallen planten. Wij zullen slechts die cijfers aanhalen, die betrekking hebben op de hier gebruikte zaden, n.l. van *Lupinus-albus* en ook van *Vicia-Faba* en van *Pisum-sativum*, omdat ook deze planten hier zijn vermeld. Voor *Lupinus-alb.-Hartwegi, Lupinus-luteus* en *Lepidium-sativum*, zijn geen pH-waarden opgegeven. Van iederen stam werd onderzocht de epidermis, de subepidermis, de cortex, de endodermis, het pericycle, het phloem, het xyleem, mergstraal en centrale merg. Voor *Lupinus-albus, Vicia-Faba* en *Pisum-sativum* werden voor deze verschillende stengelonderdeelen de volgende waarden gevonden:

	Ep.	Sub.	Co.	En.	Pe.	Phil.	Xy.	Ph.	PC.
Lupinus-albus	5.2-4.0	5.2-4.0	5.6	5.2-4.0	5.2-4.0	5.2-4.0	5.2-4.0	5.6	5.6
Vicia Faba	5.2-4.0	5.2-4.0	5.2-4.0	5.2-4.0	5.2-4.0	5.2-4.0	5 2-4.0	5.2-4.0	5.2-4.6
Pisum sativum	5.2-4.0	5.9-5.6	5.9-5.6	5.9-5.6	5 2-4.0	5.9-4.0	5.2-4.0	5.9-5.6	5.9-5.6

De onderzoekers spreken ook van „zure" en „alkalische" sappen om in het kort de pH der door hen onderzochte vloeistoffen aan te geven. Zij noemen de sappen „zuur" wanneer de pH ligt beneden de waarde van 5,3 en „alkalisch" wanneer de waarde van de pH ligt boven 5,5.

Deze verdeeling is in zooverre juist, dat ze voor een algemeen overzicht van de reactie der plantensappen bij de Angiospermae aangenomen kan worden. Door deze classificatie verdeelt men de planten in „zure" families ter onderscheiding van andere, die dan „alkalisch" worden genoemd.

Bij *Lupinus-albus* zijn van de verschillende onderdeelen van den stengel de cortex, de mergstraal en het centrale merg alkalisch, terwijl de andere deelen zuur zijn. Bij *Vicia-Faba* zijn de sappen uit alle deelen zuur; bij *Pisum-sativum* krijgt men een andere verdeeling te zien. Bij deze plant zijn de epidermis, het xyleem en pericycle zuur, de andere deelen alkalisch.

Andere planten geven nog grootere verschillen te zien en men komt tot de eindconclusie, dat er in dit opzicht groote verschillen bestaan van familie tot familie, of van genus tot genus en ook wel in eenige gevallen van soort tot soort binnen hetzelfde genus. Ook de groeiende stengels laten een duidelijk verschil zien met volwassen stengels aan dezelfde bloeiende plant, zoodat van een algemeene eigenschap met betrekking tot de waterstofionen concentratie in de planten physiologie niet gesproken kan worden.

In verband met de rhythmisch veranderde functies van planten door afwisseling van licht en donker, en van dag en nacht, is door H e m p e l (35) de waterstofionen concentratie nagegaan van bladeren van verschillende planten in licht en donker. De methode, om het sap der bladeren te verkrijgen, is als volgt: de bladeren worden afgeplukt, gewogen, en het celvocht geëxtraheerd door ze in een porseleinen mortier met een stamper van hetzelfde materiaal fijn te wrijven. Het blijkt dan, dat bij alle door H e m p e l onderzochte plantensappen de pH in het donker stijgt, uitgezonderd bij *Aloë-arborescens*. Ook de waarde van het titreerbare zuur en de waarde van den bufferindex stijgt. Met de lakmoes methode was de pH bij het titreerbare zuur 6,8, uitgezonderd bij twee exemplaren van *Mesembrianthemum*.

Door het bovenstaande is men tot de conclusie gekomen, dat de vochten uit verschillende plantendeelen verschillende pH bezitten en dat de pH verandert met den leeftijd van de plant, met het jaargetijde, met dag en nacht en met den aard van den bodem. En

verder, dat ieder genus en iedere familie zich ten opzichte van de pH-waarde anders gedraagt.

b. pH van de media.

De verhouding tusschen waterstofionen concentratie van den bodem en den groei is in het algemeen voor den landbouw van meer belang. Dat die waarde zeer groot is, hebben verschillende onderzoekers bewezen. Veranderingen der pH in de omgevende oplossing moeten veranderingen in de pH van het protoplasma der kiemende deelen ten gevolge hebben en kunnen daardoor voor het embryo en het verdere leven der plant van belang zijn. (Kurbatov und Glückmann 48.)

Coggeshall (14) heeft over het verband tusschen pH van de media en den lengtegroei van *Lupinus-albus* uitgebreide proeven genomen. Zij heeft verschillende concentraties van toegevoegde zuren, n.l. azijnzuur, propionzuur, boterzuur, zwavelzuur en Kalium acetaat en de daarbij behoorende pH-waarden met den lengtegroei vergeleken.

Uit haar cijfers blijkt, dat azijnzuur oplossingen, waarvan de pH van 4.40 tot 4.10 daalt, groeicoëfficienten geven van 90 % tot 10 %, terwijl propionzuur oplossingen, waarvan de pH van 4.40 tot 4.17 daalt, den groei-index van 90 % tot 10 % doet dalen. Ook bij andere zuuroplossingen krijgt men dezelfde verschijnselen te zien. Kalium acetaat oplossingen, waarvan de pH van 5.04 tot 5.80 stijgt, geven groei-indices, die van 90 % tot 10 % dalen. Hieruit blijkt ten duidelijkste, dat de waterstofionen concentratie als zoodanig een geringe rol speelt, maar dat de concentraties der betreffende zuren en zouten een grootere beteekenis hebben.

Ook de invloed van de pH-waarde der voedingsoplossing, de oplossing van Shive, is door verschillende onderzoekers nagegaan; Coggeshall (14) werkt met oplossingen, die een pH hebben van 4.40. Love Barnett Upjohn (138) met oplossingen, waarvan de pH-waarde 4.0 bedraagt. Macht (61) vindt bij de door hem gebruikte soluties van Shive een pH van 4.4 en stelt vast, dat, wanneer hij de drie samenstellende zelfstandigheden in hoeveelheid laat wisselen, er een andere pH-waarde ontstaat; het bleek, dat de pH van 4—7 kan wisselen

zonder dat de groei der Lupine wortels daardoor merkbaar beinvloed werd.

In voedingsoplossingen schijnt de pH-waarde geen belangrijke rol te spelen, daar een pH-waarde, wisselende tusschen 4 en 7, op den lengtegroei geen merkbaren invloed heeft. De aard van de in het water voorkomende ionen en atomen hebben een grootere beteekenis dan de daarin aanwezige waterstofionen. Het al of niet giftig zijn van chemische stoffen hangt dus af van hunnen aard en van hun concentratie.

Uit de onderzoekingen naar de pH-waarde der sappen in de kiemplantjes van *Lupinus-albus*, welke waarde wisselt tusschen 5.78 en 6.03, zou men kunnen verwachten, dat een voedingsoplossing met een pH-waarde, varieerende tusschen 5.78 en 6.03, den besten groei zou geven, omdat in dat geval de pH-waarden buiten en binnen de wortels ongeveer gelijk zijn. Daar dit niet het geval bleek te zijn, schijnt de groei door een schommeling van de pH buiten de wortels niet snel te worden beïnvloed.

Voedingsoplossingen.

Over de groote beteekenis van anorganische zouten voor den groei van planten, hebben de plantenphysiologen een eensluidend oordeel. Ook voor kiemplantjes is de aanwezigheid van zouten gewenscht, alhoewel niet noodzakelijk, zoolang er genoeg reservevoedsel (zouten) in de cotyle aanwezig is. Als voedingsoplossing zijn verschillende mengsels aangeraden, die alle, op kleine verschillen na, (de een b.v. doet er Fe bij, een ander acht het niet noodig) ongeveer dezelfde samenstelling hebben. Maar noodig zijn wel nitraat, sulfaat en phosphaat, terwijl K, Ca en Mg als kat-ion onontbeerlijk zijn.

Bij de voeding der planten heeft men zich een uitwisseling van uitwendige en inwendige ionen voor te stellen, uitgezonderd natuurlijk in die gevallen, waarin de zouten moleculair worden opgenomen. Dit is reeds door S a c h s (121) naar voren gebracht. Uitgebreide onderzoekingen hieromtrent zijn eerst in de latere jaren ondernomen. Dat bepaalde metalen, zooals lood, voor kiemplantjes zeer nadeelig zijn, heeft H a m m e t F. S. (28, etc.) in

een reeks van onderzoekingen aangetoond. Ook kwik en koper zijn als ionen voor groeiende wortels giftig.

Meurer (88) kwam door zijn proeven tot het besluit, dat de diffusie van ionen door de eigenschappen van het levende protoplasma voor ieder organisme individueel geregeld wordt, waarbij de cellen steeds een neutralisatie der uitwendige vloeistof zouden beoogen. Meurer had ook de exosmose van Ca en Mg ionen waargenomen, wat in denzelfden tijd door Niklewski (100) eveneens is gevonden. Verder werd de uitscheiding van Ca-ionen bij de opname van K, Na, NH_4 en Li ook door Devaux (20) waargenomen, terwijl Stoklasa (132) vaststelde, dat Al. slechts dán in de plantencel kan binnentreden, wanneer een overeenkomstige hoeveelheid andere Kationen en wel Ca, Mg, Na uittreden. Betreffende de wijze van zoutopname door planten, waarbij men zich voorstelt, dat het in wezen een opname van ionen is, is door verschillende onderzoekers in den laatsten tijd veel bewijsmateriaal bijeengebracht, o.a. door Maschhaupt (86), True en Barlett (136), Hoagland (39), Stiles (131). Pantanelli (106) heeft uitvoerige onderzoekingen verricht om het verloop der zoutopname door planten te bestudeeren; hij deed dit door de buiten-vloeistof vóór en na de proef te analyseeren. Hij stelt zich op grond daarvan voor, dat de ionensplitsing teweeggebracht wordt door de natuurlijke, electrische lading der plasmakolloiden. Dat de zoutopname door den kolloidentoestand geregeld wordt, is ook door Lundegårdh (58), Pouget en Chouchak (116), Szücs (133), Endler (24) en Czapek (16, 17) aangenomen.

In de jaren 1925—1927 zijn door D. A. Sabinin en zijn medewerkers (120) onderzoekingen gepubliceerd, die het vraagstuk van de opname van minerale bestanddeelen door den wortel van planten uitvoerig behandelen.

Bij deze proeven werden waterige oplossingen van minerale zouten gebruikt, die vóór en na de proef geanalyseerd werden, maar daarnaast werden ook de door de planten opgenomen ionen door analyse der plantensappen bepaald. De opname van K, Ca. en phosphaationen werd onderzocht en het bleek, dat de ionenconcentratie in de sappen duidelijk hooger was dan in de oplossing. De opname wordt beinvloed door de waterstofionenconcentratie

van het milieu. Wanneer de pH 4 tot 5 bedroeg, werden in het bijzonder Anionen opgenomen, terwijl bij een pH-waarde van 7 tot 8 juist de opname der Kationen werd bevorderd.

Behalve de opname van minerale zouten werd ook de afgifte van zouten nagegaan, dus de exosmose van Kationen en Anionen. De wortels werden hiertoe in gedistilleerd water tot verderen groei gebracht, en na verloop van een bepaalden tijd werd de buitenvloeistof op eventueele zouten geanalyseerd.

Er werden sulfaat-, phosphaat-, kalium- en calciumionen gevonden, van exosmose afkomstig. De uitscheiding van sulfaat- en phosphaationen kon zoowel bij een zure als bij een alkalische reactie van het milieu worden waargenomen, minimum pH-waarde 6,6-6,7. Daarentegen worden de kalium- en calciumionen slechts in zuur midden afgegeven.

H o a g l a n d (39), N i k l e w s k i (101) en medewerkers hebben eveneens het vraagstuk der ionenopname door wortels ter hand genomen en zijn tot nagenoeg dezelfde resultaten gekomen, te weten, dat de Kationen invloed uitoefenen op de opname van Anionen, dat de opname van zouten in gedissocieerden toestand kan optreden en tenslotte, dat de wortels Ca, Mg en HCO_3 uitscheiden en dit steeds in verband staat met het ionengehalte van het milieu. Ook H_2 P O_4-ionen worden door wortels uitgescheiden.

Door deze opname van bepaalde ionen en afgifte van andere door de wortels, zal de pH-waarde van het milieu gewijzigd worden, hetgeen door de verschillende onderzoekers dan ook is aangetoond.

H o a g l a n d bemerkte, dat uit een Ca $(N O_3)_2$ oplossing, meer $N O_3$ dan Ca werd opgenomen, hetgeen door exosmose van H C O_3 mogelijk was; de pH der oplossing veranderde daarbij van 5, 6 tot 7.

N i k l e w s k i nam waar, dat bij een pH-waarde van 4,- de kolloiden in den wortel negatief geladen waren, waardoor een verminderde Ca-opname veroorzaakt werd. Aan den anderen kant neemt in deze omstandigheden de opname van $N O_3$ toe, waarschijnlijk door de meer intensieve afgifte van [H_2 P O_4] . Hieruit kan besloten worden, dat een oplossing met een pH $\pm$ 4 het isoelectrisch punt der kolloide is, die de opname van Ca $(N O_3)_2$ in de aequivalente verhouding 1 : 1 vermindert.

Lengtegroei in aqua destillata.

Coggeshall (14) heeft lengtemetingen bij *Lupinus albus* verricht, waarbij aqua redestillata als milieu wordt gebruikt, temperatuur 20° ± 1°, in het donker, en gevonden, dat de gemiddelde lengtegroei van 15 kiemplantjes 6 m.M. bedraagt, met een variatie van 3 tot 9 m.M., terwijl in Shive's solutie in denzelfden tijd een gemiddelde lengtetoename van 24,8 m.M. plaats heeft met een wisseling van maximalen en minimalen groei van 28 en 19 m.M., m.a.w. de lengtegroei in de voedingsoplossing is 4 tot 6 maal sterker dan in aqua redestillata.

Verder vertoonen kiemplantjes, die gedurende 20 uur in water hebben gegroeid, geen kracht meer om verder te groeien, wanneer ze daarna in de voedingsoplossing worden overgebracht. Na ongeveer vier dagen vormen ze bijwortels, wel een bewijs, dat het water de plant niet gedood, maar slechts den groei geremd heeft. De waterstofionenconcentratie van het gebruikte water is bepaald en bedroeg 5,6. De pH van de voedingsoplossing bedraagt 4,4. De schrijfster beschouwt water als toxisch voor den groei bij de door haar gebruikte wortels.

Merkwaardig is de waarneming, door Coggeshall gedaan, dat, alhoewel de kiemplantjes in aqua redestillata ± 25 % der lengtetoename bereiken van die in Shive's solutie, ze bij toevoeging van een zuur (azijnzuur) aan het aqua redestillata, met denzelfden groeicoëfficient reageeren als de kiemplantjes in Shive's oplossing, waaraan hetzelfde zuur in gelijke concentratie is toegevoegd. Andere onderzoekers, zooals True (135) en Shive (127) hebben eveneens den nadruk gelegd op de ongeschiktheid van water als milieu. Verder is over de giftigheid van gedestilleerd water gepubliceerd door Livingstone (52), Scarth (125) en Mevius (89). De pH-waarde van het door Mevius gebruikte aqua tridestillata bedroeg 6,0—4,0.

Ook Yamata (150) vond, dat tweemaal gedestilleerd water schadelijk werkt op den wortelgroei van *Vicia Faba*, waarbij hij in het bijzonder de structuurveranderingen der kernen en het plasma naging. De toxische werking kon hij afleiden uit de morphologische structuurveranderingen, waarbij hij de merkwaardige

waarneming deed, dat de kernen oogenschijnlijk sterkere veranderingen ondergaan dan het protoplasma. Of deze veranderingen veroorzaakt zijn door de zure reactie van het gedestilleerd water of door het ontbreken van zouten, kon hij niet uitmaken. De pH van het door hem gebruikte water bedroeg 5,2—5,4.

Hiertegenover staan weer onderzoekers, die aqua destillata als het beste medium aanbevelen en hun onderzoekingen betreffende de giftigheid en de bevorderende werking van chemische stoffen op plantencellen, juist in aqua destillata verrichten, zooals o.a. Hibbard (38).

Groeizône bij Lupinus albus.

De groeizône bij kiemplanten is het eerst in het jaar 1758 door Duhamel (22) onderzocht; hij trachtte te weten te komen, hoe lang die zône was.

Hij heeft proeven gedaan bij kiemplantjes van *noten, amandelen, eikels* en *steenvruchten,* die hij 6—8 m.M. van den worteltop decapiteerde. Hij merkte op, dat de wortels na deze behandeling niet meer groeiden. Ook langs een anderen weg heeft hij getracht de lengte der groeizône te bepalen, o.a. door op 2 m.M. afstand zilverdraadstiften door de wortels te steken. Het bleek, dat de stiften op 4—6 m.M. boven de worteltoppen niet verplaatst waren.

Tachtig jaar later werd de proef herhaald door Ohlert (103), bij kiemplantjes van *Lupinus, Phaseolus* en *Pisum.* Hij merkte de wortels met kleurstoffen op 1 m.M. onderlingen afstand en zag na 24 uur, dat het laatste merkteeken niet verplaatst was, maar dat het daaropvolgende merk wel 25 m.M. was verschoven. Het teeken op 3 m.M. van den top was op zijn plaats gebleven. Bij voortgezette contrôle aan dezelfde wortels werd geconstateerd, dat steeds het boven den worteltop gelegen deel groeide en zich verlengde en dat de rest van den wortel niet meer in lengte toenam.

Wigand (148) bepaalde voor *Pisum* de lengte der groeizône; hij zag na drie dagen, dat slechts een zône van 2 m.M. groeide. Bij *Lepidium* vond hij een nog kortere groeizône.

Müller (96) vond bij *Pisum* geen andere getallen voor de lengte der groeizône.

Ciesielski (13) vond bij *Pisum sativum*, *Vicia Faba* en *Lens esculenta*, hoogere cijfers dan de vorige onderzoekers, n.l. respectievelijk 6, 5,5 en 4,5 m.M.

Sachs (123) nam in 1874 meer uitgebreide proeven. Hij ging uit van het vegetatiepunt en merkte den wortel vanaf dat punt als uitgang op onderlingen afstand van 1 m.M. Bij *Vicia* vond hij, dat de groeizône 8—9 m.M. bedraagt, bij *Pisum sativum* 6—7 m.M., bij *Quercus robur* 6—8 m.M. Deze opgaven gelden voor waarnemingen na 24 uur. Gaat men bij een temperatuur van 18—21° C. na korteren of langeren tijd meten, dan krijgt men andere cijfers voor de groeizône. Verder is het deel van de groeizône, dat het sterkst in lengte toeneemt, bij verschillende exemplaren van dezelfde soort niet gelijk; bij verandering van temperatuur en waarnemingstijd krijgt men een verplaatsing van het snelst groeiende segment der groeizône te zien.

Talma (134) heeft deze laatste eigenschap der groeizône voor *Lepidium sativum* niet kunnen bevestigen. Alleen bij zeer hooge temperaturen, waarbij dus de groei sterk is verminderd en de wortel onder abnormale, zeer nadeelige omstandigheden is gebracht, evenals bij zeer lage temperaturen, is slechts op 2 m.M. der zône groei te bespeuren. Wanneer men met een microscoop waarneemt, zal waarschijnlijk ook wel op meer dan 2 m.M. lengtegroei zijn vast te stellen. De lengte der groeizône is door Talma voor *Lepidium sativum* op 3—4 m.M. vastgesteld; althans, bij die exemplaren, waarmede geëxperimenteerd werd.

In 1900 is door Popovici (110) door middel van microscopische metingen de groeizône bepaald bij *Vicia Faba*, *Phaseolus multiflorus* en *Cucurbita Pepo*, zonder daarbij verschillen van beteekenis met de door Sachs gevonden waarden aan het licht te hebben gebracht.

Uit het bovenstaande blijkt wel, dat de groeizône bij verschillende soorten zaden zeer uiteenloopt.

Ook bij *Lupinus* is de groeizône bepaald; het eerst door Ohlert (103), die vond, dat de groeizône zich slechts over twee halve liniën = 2 m.M. strekte, met een lengtetoename van 12,5 m.M. in 24 uur. De temperatuur en andere uitwendige omstandigheden zijn niet vermeld.

Porodko (113) vond een groeizône van 7—10 m.M. met den mikromillimeter gemeten en Bünning (10) vond een lengte van 7 m.M.

In afwijking van hetgeen anderen gevonden hebben, n.l. dat er maar één groeizône bestaat, heeft Porodko (113, 114, 115) waargenomen, dat wortels van *Lupinus albus* niet één groeizône bezitten, maar meerdere, n.l. twee, die afgescheiden worden door een niet of slechts zeer zwak groeiende zône. Soms is volgens Porodko in deze tusschenzône zelfs een verkorting waar te nemen. Daar er verschillende soorten Lupine zijn, heeft hij, om te zien of alle soorten dit verschijnsel vertoonen, 16 soorten onderzocht, waarbij bleek, dat deze abnormale lengtegroei bij nagenoeg alle soorten kon worden vastgesteld, maar bij de afzonderlijke soorten niet in dezelfde frequentie. Er werden door hem zelfs enkele typen van abnormalen lengtegroei onderscheiden.

Deze proeven zijn door Cholodny (12) herhaald, maar met verbeterde techniek. Zijn resultaten toonden aan, dat van het bestaan van meerdere groeizônes geen sprake kan zijn. Alle door Cholodny onderzochte exemplaren hadden slechts één groeizône. De door Cholodny aangewende wijziging in de techniek bestaat daarin, dat hij de slijmlaag op de epidermis der wortels vóór het begin der proef verwijderde, hetgeen Porodko naliet. Deze epidermislaag groeit niet gelijkmatig mee met de daaronder liggende, zich strekkende cellen, zoodat, bij het aanbrengen van merkteekens op de epidermislaag, allicht vergissingen zullen optreden. Ook Bünning (10) heeft zich met deze proeven bezig gehouden en kon de bevindingen van Cholodny bevestigen.

Met het oog op de mogelijkheid, dat de door mij gebruikte zaden afwijkingen in groei zouden kunnen vertoonen, heb ik ook de eigenschap der groeizône bij *Lupinus albus* nagegaan, waarover in één der volgende hoofdstukken nader.

Groeikromming.

De groeikromming van hoofdwortels bij kiemplantjes kan door verschillende oorzaken worden teweeg gebracht. Allereerst door inwendige factoren, door Sachs als symmetrieverhoudingen der planten aangeduid, waarbij aan de ééne zijde der as de groei ster-

ker is dan aan de andere. Men kan dit niet alleen waarnemen bij verticaal hangende wortels in vochtige lucht of in voedingsmedia of water, waar de invloed van de zwaartekracht zich niet doet gelden, maar ook in het donker, waar de invloed van het licht wordt uitgesloten; en bij wortels, die horizontaal of schuin zijn geplaatst. Om den invloed van het licht uit te schakelen, worden de wortels in het donker geplaatst, terwijl de werking van de zwaartekracht wordt geëlimineerd door het kiemplantje om de 10—20 minuten om zijn as te doen draaien. Rechte wortels blijven in die omstandigheden recht groeien, maar er zijn toch steeds enkele wortels, die ondanks alle voorzorgsmaatregelen uit den oorspronkelijken stand afwijken. Dit is alleen te verklaren, door aan te nemen, dat hierbij inwendige factoren een rol spelen, wat S i m o n s (128) heeft trachten aan te toonen.

Ook met andere deelen van een plant is dit het geval, zooals met stengels, bladeren en bijwortels. Door het draaien om de as komen de bovenste en onderste deelen van de plant afwisselend boven en beneden. Met deze methode dus van langzame rotatie en plaatsing in het donker of bij gelijkmatige belichting van alle zijden, kan men uitmaken of richtingveranderingen en krommingen der groeiende of nieuw ontstane organen door uitwendige of door inwendige oorzaken tot stand zijn gebracht.

Behalve in vochtige lucht, in water of voedingsoplossingen kan men het kromgroeien der wortels ook waarnemen in het kiembed, zooals in *Sphagnum* of in aarde of zaagsel. Het kiembed moet natuurlijk aan bepaalde eischen voldoen, wil men de groeikromming aan inwendige oorzaken toeschrijven, omdat zuur of alkalisch reageerende of te sterk geïnfecteerde kiembedden zeker groeikrommingen veroorzaken.

De groeikromming onder normale omstandigheden heeft S a c h s (123) bij alle door hem onderzochte zaden waargenomen, n.l. *Vicia Faba, Phaseolus multiflorus* en *Pisum sativum*.

De invloed van de zwaartekracht zal zich doen gelden onder omstandigheden, waarbij de wortel niet zuiver verticaal staat; alle andere factoren, zooals voeding (vochtige lucht of water of voedingsvloeistof), licht inval, verwarming, moeten, om een juiste

beoordeeling te veroorloven, natuurlijk constant gehouden worden. (Sachs 123 en Czapek 15.)

Groeikromming door het licht krijgt men te zien, wanneer de, althans voor het licht gevoelige, groeiende wortel aan één zijde wordt belicht; de wortel kromt zich van het licht af: ze is *negatief phototropisch*, in tegenstelling met bovenaardsche deelen van de plant, die in 't algemeen juist *positief phototropisch* zijn. De verklaring voor dit verschijnsel zal waarschijnlijk in den formatieven invloed op den wortel gezocht moeten worden. De positieve phototropie wordt verklaard door het feit, dat het groeistoftransport zich in de plant onder invloed van het licht naar de niet verlichte zijde verplaatst, zoodat de groei aan die zijde sterker wordt en de plant zich dus naar den kant van het licht kromt. (Paál 104, 105). Bij het experimenteeren zal men daarom òf in een donkere ruimte òf in een, van alle zijden gelijkmatig verlichte ruimte moeten werken, wil men den lichtinvloed uitschakelen.

Een afwijking van den rechten groei krijgt men eveneens, wanneer de wortel slechts aan één zijde met water wordt bevochtigd, waardoor in hoofdzaak slechts de cellen die bevochtigd worden, water kunnen opnemen. Dat men hierdoor ongelijkmatigen groei van de zich deelende en strekkende cellen krijgt, wat een groeikromming tengevolge moet hebben, is duidelijk.

Onder *traumatische kromming* verstaat men alle reacties van den wortel op toegebrachte kracht of weerstand, waardoor de wortel uit zijn rechten groei in een krommen wordt gedwongen. Bij de wortels van *Vicia Faba* heeft Sachs (123) proeven gedaan om den invloed van traumata na te gaan. Hiertoe buigt hij rechte wortels uit hun oorspronkelijken stand en bemerkt dat de wortel dan wel terugveert, maar zijn oorspronkelijken stand niet meer bereikt.

De buiging is geen regelmatige; het blijkt, dat het niet de groeizône is, waar de buiging het sterkst optreedt, maar dat de sterkste kromming van den wortel juist daar boven ligt, dus daar, waar de cellen niet meer groeien. Terwijl de groeiende zône bij *Vivia Faba* niet verder reikt dan tot 1 c.M. boven den worteltop, ligt de buigzaamste zône 2—3 of 3—4 c.M. boven dien top. (Sachs en anderen.)

Uit deze proef blijkt dus, dat men kiemplantjes zeer voorzichtig

moet behandelen, daar anders veranderingen en beschadigingen aan de wortels worden toegebracht, die aanleiding zouden kunnen geven tot reacties bij verdere proeven.

Ook treedt groeikromming op in den groeienden wortel, wanneer de top tegen een voorwerp stoot, m.a.w. wanneer er weerstand is. Dit verschijnsel kan men op alle mogelijke manieren demonstreeren.

Ook in *oplossingen van chemische stoffen*, zooals zouten, zuren, eiwitten, alcaloïden, waarbij de osmotische druk te hoog wordt of de toxische werking sterk is, vertoonen de groeiende wortels een kromming (Lilienfeld 53, 54). Die kromming wordt des te erger, — zij wordt zelfs spiraalvormig — naarmate de osmotische druk der oplossing of de toxiciteit stijgt, totdat de grens der doodelijke concentratie wordt bereikt. Op dat oogenblik treedt vrijwel geen reactie meer op: door het afsterven der cellen kan er geen kromming meer plaats hebben.

Groeiverdikkingen.

Aan kiemplantjes van *Vicia Faba*, merkte Sachs op (123), dat, wanneer ze in vochtige lucht aan het groeien worden gehouden en eenmaal per dag worden bevochtigd, ze dikwijls (dus niet altijd) een abnormaliteit vertoonen. Die afwijking bestaat hierin, dat zich boven den top van de wortels een aanzwelling, een verdikking vormt. De verdikking ligt 2—5 m.M. boven den top en is van enkele tot 6 m.M. lang; ze is dikwijls nagenoeg spoelvormig, aan het oudere, bovenste, worteldeel gewoonlijk glooiend, aan het jongere, onderste, groeiende deel des te duidelijker verdikt, daar dit niet zelden uitgesproken dunner is dan het deel boven de verdikking. Door deze bewerking meerdere malen aan denzelfden wortel te herhalen, gelukt het 5—6 insnoeringen en aanzwellingen achter elkaar te krijgen.

Verdikkingen of bolvormige aanzwellingen der wortels, onder invloed van chemische stoffen ontstaan, zijn door alle onderzoekers, die zich met het verband tusschen wortelgroei en inwerking van chemische stoffen hebben beziggehouden, waargenomen. Deze verdikkingen zijn steeds als het gevolg van een vergiftige werking beschouwd (Mevius 89).

Bij mijn proeven heb ik waargenomen, dat een verdikking van de groeizône ook onder normale physiologische omstandigheden kan optreden, dus buiten inwerking van één of anderen prikkel, zooals die van traumatische, licht, geotropie of chemische inwerking. De lengtegroei heeft zijn normale afmetingen bereikt en toch treedt er verdikking van de groeizône op. Dit verschijnsel is ook door E. Bünning (10) in het licht gesteld. In hoeveel procent der gevallen dit voorkomt, kan ik niet met zekerheid zeggen, maar zeker niet minder dan bij 10 % der onderzochte wortels.

In 1 % serumverdunningen treedt de verdikking bijna regelmatig op, eveneens in zwakke oplossingen van natrium benzoaat, b.v. 0,01 en 0,005 %. In zeer sterke, voor de wortels zeer toxische concentraties, treedt de verdikking niet zoo duidelijk op. Waaraan dit is toe te schrijven, is niet met zekerheid te zeggen. Mogelijk kan men dit verschijnsel hierdoor verklaren, dat de deelende en zich strekkende cellen zóó sterk zijn beschadigd, dat er geen uitzetting der cellen in radiale richting meer mogelijk is.

Men zou er aan kunnen denken dit verschijnsel van de verdikking der groeizône te gebruiken als proef op de aanwezigheid van vergiftige stoffen. Hiertoe zou men het aantal zaadjes, dat dit verschijnsel vertoont, kunnen tellen en in procenten uitdrukken. Nog grooter zekerheid ware te verkrijgen, wanneer men tot meting der diktetoename overging.

Omdat de wortels niet regelmatig en gelijkmatig dit verschijnsel vertoonen, geloof ik evenwel niet, dat het zuivere en bruikbare waarden zal geven.

In mijn onderzoekingen zal ik de verschijnselen van groeikromming en groeiverdikking verder buiten beschouwing laten.

Het weeken der zaden.

De tijd, noodig voor het weeken der zaden tot zoodanigen graad, dat ze volkomen met water geimbibeerd zijn en hun verdere ontwikkeling het gunstigst zal kunnen plaats hebben, is voor de verschillende soorten zaden zeer uiteenloopend, waarschijnlijk door de groote verschillen in permeabiliteit van de zaadhuid. Ieder onderzoeker neemt voor het weeken der zaden den door hem als juist aangenomen tijd. Sachs (121) weekte de zaden, n.l. *Vicia*

Faba, Phaseolus, Quercus, Curburbita en *Aesculus* gedurende 24—30 uur in bronwater, dat gedurende dezen tijd 2—3 maal vernieuwd werd. De verversching van het water heeft de bedoeling de zaden te wasschen en van vuil en bacteriën te ontdoen. Daar toch de vloeistof steeds organische stof uit de zaden onttrekt, heeft daarin steeds ontwikkeling van bacteriën plaats. Het is onnoodig de zaden langer te weeken, daar zelfs de groote zaden van *Vicia Faba* in 24—30 uur bij 18—20° C. volkomen met water zijn geimbibeerd en dan reeds in vochtige lucht gemakkelijk tot kieming der wortels te krijgen zijn. Het is schadelijk ze langer in water te houden, daar de voor den groei der wortels noodzakelijke ademhaling der cotylen onder water benadeeld wordt. Leitch (51) weekte zaden van *Pisum sativum* gedurende 22½ uur in een electrische thermostaat bij een temperatuur van 15—17° C. Coggeshall (14) weekte *Lupinus albus L.* zaden gedurende 24 uur in leidingwater bij een temperatuur van 20 ± 2° en verkreeg met deze bewerking goed kiemende zaden. Mevius (89) weekte zaden van *Pinus pinaster* en *Onobrychis sativa* gedurende 24 uur in gedestilleerd water. Porodko (113) weekt de zaden gedurende 24 uur in leidingwater bij diffuus licht en kamertemperatuur (15—18° C.). Macht laat *Lupinus* zaden gedurende een nacht weeken; het juiste aantal uren gaf hij niet op. Middleton (90) weekte zaden van *gerst* gedurende 12—15 uren tusschen vochtig filtreerpapier.

Over het algemeen worden door de verschillende onderzoekers de zaden gedurende 24 uur geweekt, meestal in leidingwater; aqua destillata wordt voor dit doel minder toegepast. Met het oog op den invloed van het licht (zonlicht) worden ze daarbij in de schaduw gehouden.

Kurbatov en Glückmann (48), die de wijze van voorbehandeling bestudeerden, hoe de zaden het best tot ontwikkeling komen, zijn tot de gevolgtrekking gekomen, dat voorafgaande zwelling in zuiver water of zwakke oplossing, de beste kiemingsresultaten oplevert. Zouten van hoogere concentraties vertragen de kieming. De onderzoekers zijn geneigd aan te nemen, dat de vermeerderde kiemingsgraad niets te maken heeft met werkelijke celstimulatie; maar uitgesloten is dit niet. Uit het verschijnsel, dat

de zwelling der zaden gepaard gaat met veranderingen in de pH-waarde der week-vloeistof, hetgeen door opname van kat- en anionen moet worden verklaard, kan afgeleid worden, dat het embryo in zijn verdere ontwikkeling hierdoor sterk kan worden beïnvloed, zoodat hier in zekeren zin toch van stimulatie kan worden gesproken.

Reifenberg, A. en Frankenthal, L. (118) wijzen ook op de groote beteekenis van de week-vloeistof voor zaden.

Vochtigheidsgraad der kweekbedden.

Waar vroeger reeds is uitgemaakt, dat voor het uitschieten der wortels en hun verderen lengtegroei circuleerende lucht noodig is, dient men hiermede bij het laten kiemen der zaden in de verschillende soorten kweekbedden, rekening te houden. De kweekbedden zullen zóó ingericht moeten worden, dat er genoeg vrije lucht bij de zaden kan komen, naast den eisch, dat er voldoende vochtigheid moet heerschen, omdat de groei van de wortels ten nauwste samenhangt met de wateropname. Men kan als kweekbed gebruik maken van *fijn zand, fijn zaagsel, turf* en *Sphagnum*. Uit den aard der zaak zal men de verschillende kweekbodems op verschillende manieren te behandelen hebben, om aan de gestelde eischen te voldoen.

Sachs (121) en Porodko (113) verkregen met *zaagmolm* een goeden kweekbodem door het vochtige, fijne zaagsel eenmaal tusschen de vlakke handen te wrijven om het kiembed zoo los mogelijk te krijgen. Ook *tuinaarde* hebben Sachs (123) en Wachstein (144) als kweekbodem benut; de vochtige aarde werd in natten toestand zoo lang tusschen de handen gewreven, tot de geheele massa een zeer los en volkomen gelijkvormig aanzien verkregen had. Dezelfde bewerking werd herhaald voor iederen nieuwen voorraad zaden, die ter kieming werd gelegd. Macht gebruikt als kweekbodem fijn gemalen *Sphagnum*, dat eenige malen met heet water bespoeld was om al het, door de bewerking vrijgekomen sap, eventueel ook andere ongewenschte stoffen, te verwijderen. Het watergehalte bedraagt ± 80 % van het gewicht. Coggeshall (14) laat voor haar proeven de zaden in gewasschen *kwarts zand* kiemen, vochtig gemaakt met

een voedingsoplossing, n.l. Shive's solutie (127). Bij iedere 100 cc. droog zand werd 5 cc. van de standaardvoedingsoplossing gedaan. Deze kiembodem heeft een 29,6 % volumineuse waterhoudende kracht. Bij het begin van iedere proef en na het gebruik werd het zand goed gewasschen met gedestilleerd water en daarna te drogen gezet, evenzoo de kweekpannen. Ook vochtig *filtreerpapier* (Porodko, 113) kan men als kweekbodem in gebruik nemen. Middleton (90) liet zaden kiemen in *glaswol*, met gedestilleerd water bevochtigd. Voor kleine zaden, zooals graansoorten, wordt veelal bevochtigd filtreerpapier als kiembodem gebruikt.

HOOFDSTUK III.

METHODIEK.

Beschrijving van de gebruikte zaden.

Voor de proeven heb ik gebruik gemaakt van zaden van *Lupinus albus L.*, geleverd door den zaadhandelaar, fa. J. Hulleman te Utrecht, die het weer uit Parijs van den grootzaadhandelaar Vilmorin Andrieux & Cie. betrekt.

De zaden zijn in kleur en vorm gelijk, echter niet in grootte. Daarom worden de te gebruiken zaden steeds eerst uitgezocht; ongeveer 20 % der zaden wordt als niet bruikbaar, wegens te geringe of overmatige grootte, weggegooid. Ze zijn ongeveer 7 m.M. in diameter en 3 m.M. dik en hebben een kiemkracht van 100 %. Slechts nu en dan komt het voor, dat een zaad geen wortel uitschiet. Droog wegen de zaden per exemplaar 0,7075 gram, na weeken gedurende 24 uur in leidingwater wegen ze 1,66 gram, dus ieder is daardoor 0,9525 gram in gewicht toegenomen. Deze bedragen zijn het gemiddelde van 1000 zaden. De gewichtstoename na weeken is in hoofdzaak het gevolg van opname van water, terwijl daarbij door de zaden een weinig organische stof aan de omgevende vloeistof wordt afgestaan.

We planten iederen dag ongeveer 150 zaadjes, waarvan slechts een klein, wisselend gedeelte voor de proef kan worden gebruikt; over het algemeen kan men hiervan ongeveer 60, d.i. 40 %, kiemlingen uitkiezen, waarvan de wortellengte wisselt 28 m.M. $\pm$ 2, m.a.w. binnen de 5 m.M. variatie ligt. Van de door de firma verstrekte zaden kan slechts ongeveer 32 % voor de proeven worden gebruikt.

Coggeshall (1931) plant, om 90—105 kiemlingen met een wortellengte van 30 $\pm$ 2 m.M. te krijgen, 400 zaden; zij kan dus slechts ongeveer 25 % van het materiaal in dienst der proeven

benutten, zoodat de door mij gebruikte zaden in groeikracht zeker niet achterstaan bij die der Amerikaansche onderzoekers.

Bij gebruik van een grootere lengte, b.v. 40—60 m.M., kan door mij slechts ongeveer 20 % van het geplante materiaal worden gebruikt, omdat bij lengtetoename der wortels de verschillen in lengte grooter zijn, waardoor het moeilijk is wortels te krijgen, die binnen de 5 m.M. lengte wisselen.

Het is dus beter te werken met kiemplantjes, die twee dagen, dan met die welke drie dagen in mos hebben gekiemd en wel, omdat men in het eerste geval een grooter aantal zaden kan benutten. De meening van M a c h t, dat wortels van 20—40 m.M. lengte gevoeliger zijn dan langere wortels, heb ik niet kunnen bevestigen.

Methode:

Bij den aanvang van de proefnemingen heb ik de werkwijze gevolgd, zooals die over het algemeen door plantenphysiologen is aangegeven en, met verschil van enkele factoren, ook door M a c h t is aangeduid. In één zijner laatste publicaties wees Macht er op, dat men nauwkeurig de door hem beschreven methode moet toepassen, wil men de gewenschte resultaten bereiken, terwijl hij er tevens voor waarschuwde, dat deze niet zoo eenvoudig is als zij schijnt. Hij gaf de vergelijking van het instrument en den meester; de meester kan uit een instrument meer halen, dan hij die geen meester is. Overwegende, dat M a c h t gelijk kan hebben, heb ik getracht de door hem gebezigde werkwijze zoo nauwkeurig mogelijk na te volgen. Ik heb echter met de door mij oorspronkelijk toegepaste methode een afgerond onderzoek verricht, later met de door M a c h t aangeradene eveneens.

Ik kan tusschen beide methoden geen verschil van beteekenis zien; trouwens de resultaten bleken dan ook in de twee reeksen van onderzoek vrijwel gelijk.

De verschillen der beide methodes liggen ten eerste: in de kweekbedden, ten tweede: in de lengte der wortels en ten derde: in het voedingsmedium.

Kweekbedden.

Ik gebruik versch, levend *Sphagnum*, dat goed met leidingwater

wordt doorgespoeld. Een goede vochtigheidsgraad wordt bereikt door het mos drie uren vóór het gebruik te wasschen en daarna te laten staan. Het overtollige water druipt af en loopt uit de openingen in den bodem der kweekbedden weg. Het water, dat in het mos achterblijft, is het resultaat van de absorptiekracht van het mos t.o.v. het water en is nagenoeg constant. De reactie van deze kweekbedden is neutraal. Vóórdat de geweekte zaden worden geplant, wordt het mos eerst losgewoeld, opdat de zaden gemakkelijk naast elkaar kunnen worden gezet en hun wortels bij den verderen groei geen weerstand zullen ondervinden, waardoor krommingen zouden kunnen optreden. Hoever men moet loswoelen is een kwestie van routine. Na ieder gebruik wordt het mos opnieuw doorgespoeld.

M a c h t schreef fijn gemalen *Sphagnum* voor, dat eenige keeren met heet water moet worden gewasschen, om alle, door het malen vrijgekomen celbestanddeelen weg te spoelen. Het mos moet een neutrale reactie hebben. Ik ben er niet achtergekomen, wat Macht onder malen verstaat, want versch *Sphagnum* laat zich niet in een gewone molen fijn malen; het mos is te draderig. Daarom heb ik het mos, om het fijn te krijgen, „fijngehakt". Door het fijn hakken en schoonspoelen met heet water is het mos dood. De kleur wordt bruin met een lichtgroene tint. Het voordeel is, dat de zaden gemakkelijker naast elkaar geplant kunnen worden dan in het veerende, levende mos.

De vochtigheidsgraad moet volgens M a c h t 70—80 % zijn. We hebben het mos gedroogd en met 70—80 % gewicht aan water bevochtigd; het mos was nog zoo goed als droog, zoodat het onmogelijk als kweekbed kon worden gebruikt. We hebben de vochtigheidsgraad door ervaring moeten leeren bepalen. Het gewasschen mos wordt in een doek verzameld en tot een bepaalden graad uitgeperst, zooals men dat in de apotheek bij het coleeren doet. Het wordt in het kweekbed losgewoeld tot de gewenschte losheid of compressie.

Het kiemen van de zaden in deze kweekbedden heeft even snel plaats als in het versche mos.

De kweekbedden worden vóór het gebruik steeds met heet water gewasschen.

Lengte der wortels.

Ik nam bij de eerste serie proeven wortels van 40—60 m.M. lengte. Volgens M a c h t zouden wortels van 20—40 m.M. lengte gevoeliger zijn voor de onderstelde „toxinen" van de pernicieuse anaemie dan wortels van grootere lengte.

Voedingsmedium.

Bij mijn oriënteerende proeven bemerkte ik, dat de wortels in aqua mono-destillata evengoed groeiden als in de voedingsoplossing van S h i v e. Het nadeel van dit milieu zou kunnen zijn, dat het niet zoo constant van samenstelling is als een voedingsoplossing en ook, dat aqua mono destillata wel niet overal volkomen gelijk zal zijn, zoodat proeven in verschillende landen niet met elkaar vergeleken kunnen worden. Echter bleek het aan M a c h t, bij proeven met oplossing van S h i v e, dat men de pH daarvan van 4,- tot 7,- kan doen wisselen, (hetgeen men verkrijgt door de hoeveelheden der zouten te wisselen) zonder dat de groei daardoor belangrijk beïnvloed wordt. Doordat we het aqua monodestillata steeds op dezelfde wijze hebben bereid, is het milieu in alle proeven constant.

Bij de tweede reeks proeven met sera heb ik met S h i v e 's solutie gewerkt.

De methode is als volgt:

De zaden worden in een groot maatglas gedurende 24 uur in leidingwater geweekt. De kolf wordt in de broedstoof, dus in het donker, geplaatst, zoodat het weeken der zaden in alle proeven op dezelfde constante temperatuur plaats heeft.

M a c h t weekt de zaden in een kamer. Het nadeel hiervan is, dat de kamertemperatuur niet zoo constant is als de temperatuur in een broedstoof en bovendien is de invloed van het licht ook niet constant te houden.

We bedienen ons van een electrische thermostaat, die in de oranjerie van het Botanisch Laboratorium wordt geplaatst, een kamer, vrij van gas. Kiemende zaden zijn zeer gevoelig voor de schadelijke werking van koolmonoxyde, hetgeen men aan kiemlingen, die in een gasbroedstoof zijn opgegroeid, ten duidelijkste kan waarnemen. De vochtigheidsgraad wordt constant gehouden

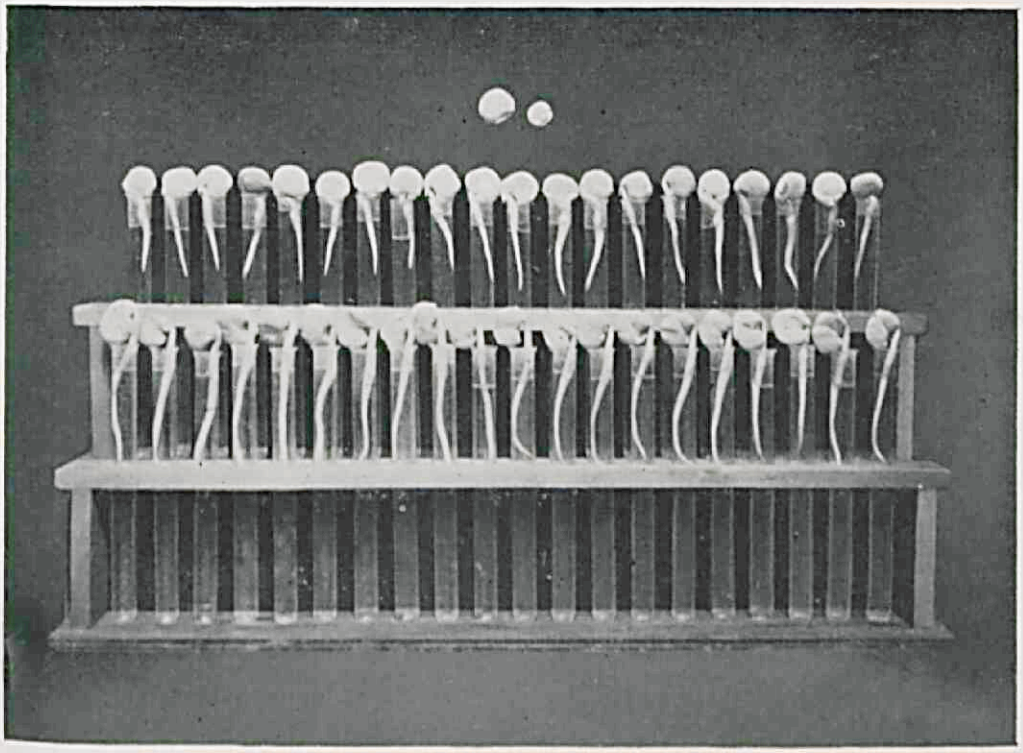
door in den thermostaat een bak met water te plaatsen. Na 24 uur worden ze met een pincet één voor één met den navel, (hilium, mikropyle) naar beneden gekeerd, in de kweekbedden geplant en met een laag vochtig mos bedekt. We gebruikten houten kweekbakken van 24 c.M. lengte en breedte en 18 c.M. hoogte, waarvan er 4 in den broedstoof geplaatst kunnen worden.

Hier blijven de zaden, al naar gelang men wortels wil hebben van 20—40 m.M. of van 40—60 m.M., twee of drie dagen staan. Na dezen tijd worden de kiemplantjes voorzichtig uit de kweekbedden genomen en in een wijde glazen bak, die tevoren met leidingwater gevuld is, gedeponeerd. Door voorzichtig bijvullen van den bak met water wordt het nog aan de wortels vastklevende mos verwijderd. De plantjes worden nu, na accurate meting, in rechtstaande buizen gezet, met de zaadlobben op de randen rustende. De foto geeft de opstelling weer. Dan worden de rekken in den broedstoof geplaatst en de wortels den volgenden dag, dus na 24 uur, weer gemeten. De kiemplantjes vertoonen tot het einde der proef het *etiolement*. De invloed van het zonlicht is zoo goed als geheel uitgeschakeld. De 1 of 1½ uur, gedurende welke de zaden voor het meten aan het licht zijn blootgesteld, schijnen van weinig invloed te zijn geweest.

Voedingsoplossing van S h i v e.

De voedingsoplossing van S h i v e is samengesteld uit 10,4 cc. van een 0,5 moleculaire oplossing calcium nitraat, 30 cc. van een 0,5 moleculaire oplossing magnesiumsulfaat en 36 cc. van een 0,5 moleculaire oplossing monokaliumphosphaat, met aqua redestillata tot 1 Liter verdund. De normale groei van *Lupinus albus* wortels wordt nagegaan door ze in een mengsel van bovengenoemde, normale Shive's oplossing, met evenveel gedistilleerd water verdund, te plaatsen. De serumverdunningen worden verkregen door de oplossing van S h i v e met een zelfde hoeveelheid serumverdunning te verdunnen, zoodat de concentratie der voedingszouten in alle experimenten dezelfde is. Iedere kiemplant komt in 10 cc. medium.

De groei in S h i v e-aqua dest. oplossing of aqua dest. wordt als 100 % beschouwd en de groei in elk onbekend medium wordt vergeleken met den groei van de contrôleplantjes. De laatste wordt



Boven twee zaden, vóór en na weeken. Bovenste rek opstelling bij begin der proef, onderste rek na 24 uur.

uitgedrukt in procenten; dit bedrag wordt genoemd de *groei-index* of *groeicoëfficient*. M a c h t spreekt ook van *phytotoxischen index*.

De standaard 0,5 moleculaire oplossingen voor oplossing van S h i v e houden we in kolven van Jenaglas in voorraad. Het is noodzakelijk ze steriel te bewaren, daar bacteriën in die zoutoplossingen heel gemakkelijk kunnen groeien, vooral in de phosphaatoplossing.

Om den anderen dag wordt de normale Shive-oplossing opnieuw bereid.

De buizen zijn van hard Jenaglas, ze zijn op 10 c.M^3. inhoud gemerkt. Er blijft nog 1c.M. hoogte vrij, zoodat de hypocotyle der kiemplanten geheel of gedeeltelijk buiten de vloeistof blijft.

De buizen, die op de foto zijn afgebeeld, waren bestemd voor wortellengten van 40—60 m.M.; toen we met wortellengten van 20—40 m.M. proeven namen, werd aan de mogelijkheid gedacht, dat de buizen te lang zouden kunnen zijn en hebben we kortere buizen genomen. Contrôleproeven bewijzen, dat er geen verschil in den groei-index bestond, wanneer we in de wat langere buizen proeven namen, hetgeen te verwachten was.

Voor het gebruik worden de buizen en alle benoodigde kolven en pipetten goed schoongespoeld in koud en in heet water en daarna bij 110 % C. in een thermostaat ter droging gezet.

Het meten.

Het meten geschiedt met een 1 d.M. lang metalen, zeer dun, roestvrij millimetermaatje, dat op een glazen plaat ligt. De wortel wordt, na op de grens van hypocotyle en wortel gemerkt te zijn, er langs gelegd en zoo wordt de lengte opgenomen. Het meten geschiedt op een halven millimeter nauwkeurig.

Het merken.

Het merken van den wortel is noodzakelijk. Men kan niet afgaan op de grens van hypocotyl en radix, omdat die niet altijd even scherp is en omdat die grens niet cirkelvormig verloopt, maar meestal schuin, zóó, dat hoogste en laagste punt wel 1 m.M. verschillen. *Oost-Indische inkt* schijnt voor plantenweefsel schadelijk te zijn en heeft nog het nadeel, dat ze uitvloeit, zoodat men geen zuiver merk

kan zetten. Ook *Chineesche inkt* is niet zoo handig. We hebben in de *metaaldrukinkt,* merk Labeur 8 van de fabriek Ch. Lorilleux & Cie, Paris, de beste merkinkt ontdekt. Men kan daarmede met behulp van een scherp gepunt luciferstokje een microscopisch klein stipje maken, dat niet door het water wordt opgelost en dat niet uitvloeit. Het merken wordt vergemakkelijkt, indien de wortel te voren met een doekje of filtreerpapier wordt afgedroogd.

Het aantal.

In alle experimenten heb ik zoowel voor de contrôleproeven als voor alle andere proeven, steeds *tien* kiemplantjes genomen. Op grond van verschillende overwegingen komt het me voor, dat dit aantal voldoende is. De berekening van de z.g. *gemiddelde fout,* te vinden uit de formule $\pm \sqrt{\frac{\Sigma px^2}{n(n-1)}}$, zooals dat gebruikelijk is bij proeven in de plantenphysiologie, heb ik nagelaten, omdat deze hier geen waarde heeft.

Het ontnemen van het bloed.

Het bloed wordt op de gebruikelijke wijze, met in achtneming der steriliteit, door middel van venapunctie en in steriele buizen opgevangen, verkregen. In die gevallen dat het bloed op denzelfden dag wordt benut, worden de buizen gedurende een uur in een broedstoof op 37° gezet, daarna komen ze voor een uur of twee in de ijskast; door middel van centrifugeeren wordt het serum van de bloedkoek verder volkomen gescheiden. Het serum wordt met pipetten in andere steriele buizen overgebracht.

We hebben niet alle sera op denzelfden dag onderzocht, hetgeen, zooals nader zal blijken, niet noodig is. Wordt het opgevangen bloed den volgenden dag op den groeïndex getest, dan blijven de buizen tot dien tijd in de ijskast; den volgenden dag heeft zich het serum van het coagulum afgescheiden en kan men het in andere buizen over pipetteeren, zoodat het centrifugeeren achterwege kan blijven.

Infectie.

Uit de beschrijving der methodiek is op te maken, dat van ste-

riel werken hier geen sprake is. De infectie is echter gering, zooals blijkt uit den bacteriegroei op platen. De serumverdunningen zijn niet sterker geïnfecteerd dan de voedingsoplossingen of het gedistilleerd water der contrôleproeven. De remming van den groei in serumverdunningen kan daarom niet aan een eventueelen meerderen bacteriegroei worden toegeschreven.

HOOFDSTUK IV.

EIGEN ONDERZOEK.

A

Indien men naar M a c h t den lengtegroei als maatstaf neemt voor de giftigheidsbepaling van serum of chemicaliën, is het een eerste vereischte, dat men van het gedrag der wortels volkomen op de hoogte is. Voor het eigenlijke onderzoek dient men zich dus eerst bezig te houden met botanisch-physiologische proeven, teneinde de eigenschappen van het gebruikte materiaal zoo volledig mogelijk te leeren kennen.

Groeizône.

Alvorens tot een bespreking der proeven over lengtegroei over te gaan, zal ik eerst het gedrag van de groeizône, aan de hand van enkele proeven, behandelen. Waar juist de groeizône een punt van tegenstrijdige meeningen had uitgemaakt, in 't bijzonder ook bij *Lupinus albus L.*, leek het mij beter deze vraag even aan eenige bepalingen te toetsen.

De ontwikkeling van de groeizône heb ik nagegaan in aqua mono destillata, in Shive's solutie en in 1,0 % serumoplossing. 10 wortels van 28 ± 2 m.M. lengte werden met watten van de buitenste slijmlaag bevrijd, met filtreerpapier goed gedroogd en daarna met metaaldrukinkt gemerkt in zône's van 2 m.M.

We hebben de metingen verricht met het millimetermaatje. Met een horizontaal microscoop zou men tot in 0,1 m.M. nauwkeurig de groeizône kunnen bepalen. Voor ons doel, om vast te stellen dus of onze proefobjecten normaal groeien, voldoet de meting met den millimeter aan de eischen. In aqua mono destillata en in Shive's solutie wisselt die groeizône van 4—5 m.M. Er moge opmerkzaam op gemaakt worden, dat de topzône bij de verschillende wortels niet even lang was, zoodat het niet groeiende deel van den top wisselt, n.l. van 1 tot 1,5 m.M. In 1 % serumoplossing, waarvan

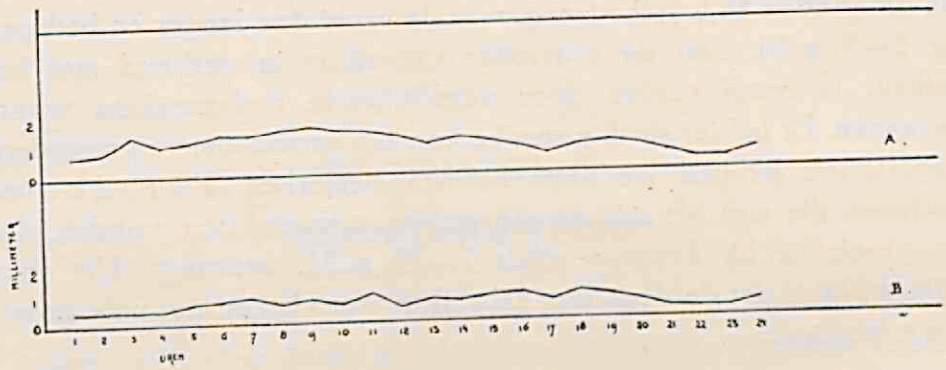
de groeïndex 86,5 % bedroeg, was de groeizône langer en bedroeg ze 5—7 m.M. Dat de groeizône verandert in verband met het milieu, is reeds eerder door verschillende onderzoekers waargenomen. Er is hier slechts sprake van één groeizône, van meerdere groeizône's hebben we niets kunnen bemerken. Porodko en anderen, die met het microscoop metingen verrichtten, vonden, dat de groeizône bij *Lupinus albus* 7—10 m.M. bedraagt. Uit onze cijfers blijkt, dat de door ons gebruikte wortels een normale groeizône bezitten.

Groeikrommen.

Verder hebben we ook het verloop van den groei in 24 uur nagegaan, zoowel in Shive's oplossing als in 1 % serumoplossing. Dit hebben we op twee wijzen gedaan, ten eerste door metingen om het uur met het millimetermaatje, en ten tweede door middel van photografische opnamen. De laatste methode is veel nauwkeuriger. Gekiemde zaden worden met de cotylen op een geparaffineerd standaardje vastgeprikt en overgebracht in een ruimte van constante vochtigheid en temperatuur, opgesteld in een donkere kamer. Automatisch worden de planten hierin alle 15 minuten even met rood licht belicht en tegelijkertijd op een, voor rood licht gevoelige film gefotografeerd. Na afloop der proef komen de zoo verkregen films in een projectieapparaat, waar de beelden tot 50 maal vergroot kunnen worden. Een tijdens de proef gefotografeerde m.M.-verdeeling gaf, bij projectie, de juiste verhouding aan. Alle beelden worden nu één voor één gemeten en uit de verschillen zijn dan na enkele berekeningen de lengtetoenamen te bepalen. De fout bedraagt hoogstens 2 %.

De krommen, verkregen met de twee wijzen van meting, verschillen vrijwel niet; alle wortels vertoonen, afgezien van altijd optredende schommelingen, een regelmatigen lengtegroei. Ik laat hier twee krommen volgen, de eene is de gemiddelde kromme van 10 plantjes in Shive's oplossing en de andere van 10 plantjes in 1 % serumoplossing, waarvan de groeïndex 69 % was.

In Shive's solutie is de lengtetoename vrijwel regelmatig, in serumoplossing eveneens, natuurlijk met eene mindere mate van groei.



A. Groei Lupinus albus in Shive solution gedurende 24 uur gemiddelde waarde van 10 exemplaren

B. Groei Lupinus albus in serum 1% gedurende 24 uur gemiddelde waarde van 10 exemplaren

Bepaling der waterstofionenconcentratie.

We hebben twee methoden gebruikt, al naar gelang de pH beneden of boven 7.— ligt; voor pH's boven de 7.— hebben we de colorimetrische en voor waarden beneden de 7.— de chinhydron electrode toegepast. Voor de beschrijving der in het laboratorium van Prof Dr. A. A. Hijmans van den Bergh gebruikte methoden, verwijs ik naar het proefschrift van Milders (91). De pH-waarde van aqua mono destillata, daar gebruikt, wisselde van 6,78—7, terwijl de 1 % serumoplossingen in aqua mono destillata wisselt van 7,0—7,6 vóór de proef. Na de proef was de pH van aqua mono-destillata wisselend van 5,85—6,43 en van de 1 % serumoplossing wisselend van 5,77—6,41. Na de proef is de pH van het milieu steeds lager. Sera, die een lageren index vertoonen, hebben geen afwijkende pH-waarden, zoodat de remming niet hieraan is toe te schrijven.

De voedingsoplossing van Shive heeft voor de proef een pH-waarde, wisselend van 4,4—4,8 en na de proef wisselend van 4,08—4,24.

Proeven over lengtegroei.

Allereerst rijst de vraag, welke lengte men als uitgangspunt zal

nemen. En indien men van een bepaalde lengte is uitgegaan, is de volgende vraag, of de lengtetoename van alle wortels gelijk is. Ik laat hieronder een tabel (No. 1) volgen, waarop reeksen wortels van verschillende lengten zijn aangegeven. Iedere reeks (van 10) van gelijke lengte, met hun respectievelijken lengtegroei gedurende 24 uur in aqua mono destillata.

Uit de tabel blijkt allereerst, dat de lengtegroei, van iedere plant afzonderlijk in elke reeks, ongelijk is, niettegenstaande wij zijn uitgegaan van wortels van dezelfde lengte. De snelst groeiende wortels hebben over het algemeen een tweemaal grootere lengtetoename dan de zwakst groeiende, het komt zelfs niet zelden voor, dat de eersten een driemaal grooteren lengtegroei hebben. Deze verschillen treden bij alle uitgangslengten op. Van een gelijkmatigen groei is dus geen sprake. Dit is één der belangrijkste moeilijkheden, die het onderzoek in den weg staan. Het is immers denkbaar, dat bij een bepaald onderzoek, de voor de proef dienende wortels toevallig alle tot de zwakst groeiende zouden behooren, terwijl in de contrôle buizen toevallig de sterkst groeiende waren terecht gekomen. De mogelijkheid bestaat derhalve, dat de index, onder de meest ongunstige omstandigheden, reeds 50 % zou verschillen. Of dit praktisch zal voorkomen is een andere zaak, maar het is theoretisch mogelijk en men zou geneigd zijn de methode daarom reeds te wantrouwen.

Niettemin krijgt men den indruk, dat ze praktisch toch van waarde moet zijn, gezien de resultaten, door meerdere onderzoekers verkregen. De door hen vermelde getallen voor lengtetoename gedurende 24 uur, laten eenzelfde beeld zien. (C o g g e s h a l l 14, M a c h t 66). Dit neemt niet weg, dat men met bovenstaande overweging niettemin ernstig rekening te houden heeft.

Zooals reeds eerder is gezegd, is het practisch niet uitvoerbaar om uitsluitend wortels van dezelfde lengte voor een proef uit te zoeken. Men zou dan hoogstens 10—15 % van het geplante materiaal kunnen gebruiken. Wil men per dag een 80 plantjes hebben, dan zou men 600—800 zaden moeten pooten. Onze electrische broedstoof kan slechts 4 kisten bevatten, die elk ± 150 zaden kunnen bergen. Aangezien de zaden 2 à 3 dagen in den broedstoof moeten blijven, zouden er 12—16 bakken tegelijk in den stoof ge-

TABE

Lengtegroei van wortels van Lupinus albus, iedere reeks van gelijk
van 20° C. ± 1°. Milieu

	22 mM.	25 mM.	30 mM.	37 mM.	41 mM.
1	22 16 38	25 17 42	30 18.5 48.5	37 20 57	41 9.5 50.5
2	22 20 42	25 18 43	30 28 58	37 22 59	41 18 59
3	22 28 50	25 26 51	30 21 51	37 21 58	41 12 53
4	22 16 38	25 31 56	30 22 52	37 20 57	41 26 67
5	22 15 37	25 15 40	30 14 44	37 26 63	41 21 62
6	22 23 45	25 15.5 40.5	30 14 44	37 20 57	41 24 65
7	22 23 45	25 27.5 52.5	30 17 47	37 31 68	41 26.5 67.5
8	22 17 39	25 21 46	30 14 44	37 25 62	41 20 61
9	22 18 40	25 31 56	30 17 47	37 20 57	41 19 59
10	22 19 41	25 29 54	30 25 55	37 25 62	41 95 50.5
Totale lengtetoename	195	231	190.5	230	185.5
Variatie in lengtetoename	15—28	15—31	14—28	20—31	9.5—26.5

TABE

Lengtegroei van wortels van Lupinus albus, varieerende binne
van 20° C. ± 1°. Milieu

	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45
1	21 24 45	28 28 56	32 21 53	36 16 52	42 22 64
2	25 25 50	26 22 48	21 28 59	36 19 55	45 22 67
3	25 28 53	28 25 53	34 27 61	40 13 53	41 23 64
4	23 27 50	27 25 52	31 32 63	37 24 61	41 22 63
5	24 24 48	26 24 50	32 22 54	37 21 58	42 24 66
6	23 29 52	30 24 54	32 26 58	38 26 64	43 23 66
7	21 13 24	27 26 53	31 22 53	29 21 60	45 23 68
8	25 24 49	27 25 52	33 22 55	37 22 59	41 18 59
9	22 30 52	26 20 46	34 19 53	36 22 58	44 24 68
10	21 17 38	29 25 54	31 26 57	37 22 59	42 25 67
Lengte vóór en na de proef	230 471	274 518	321 566	373 579	426 652
Totale lengtetoename	241	244	245	206	226
Variatie in lengtetoename	13—30	20—28	19—32	13—26	18—25

N° 1.

lengte, gedurende 24 uur in het donker, bij een temperatuur
aqua monodestillata pH = 6.76.

44 mM.	52 mM.	61 mM.	66 mM.	73 mM.	80 mM.
44 22 66	52 21 73	61 15 76	66 14 80	73 8 81	80 10 90
44 22 66	52 22 74	61 15 76	66 18 84	73 12 85	80 12.5 92.5
44 14 58	52 19 71	61 18 79	66 14 80	73 12 85	80 12 92
44 22 66	52 20 72	61 22 83	66 17 83	73 25 98	80 11 91
44 16 57	52 16 68	61 17 78	66 18 84	73 18 91	80 9 89
44 19 63	52 16 68	61 19.5 80.5	66 16 82	73 14 87	80 11.5 91.5
44 20.5 64.5	52 19 71	61 24 85	66 25.5 91.5	73 18 91	80 14 94
44 22 66	52 15 67	61 23 84	66 12 78	73 19 92	80 12.5 92.5
44 18 62	52 15.5 67.5	61 13 74	66 9 75	73 75 80.5	80 13.5 93.5
44 13 57	52 11 63	61 20.5 81.5	66 21 87	73 17 90	80 9 89
188.5	174.5	187	164	150.5	115
13—22	11—22	13—24	9—25.5	7.5—25	9—14

N° 2.

5 m.M., gedurende 24 uur in het donker, bij een temperatuur
aqua monodestillata pH = 6.76.

46—50	51—55	36—60	61—65	66—70	71—75	76—80
50 23 73	51 24 75	57 19 76	65 13 78	67 14 81	71 14 85	76 13 89
46 23 69	55 15 70	56 18 74	62 23 85	66 16 82	74 15 89	76 11 87
50 25 75	53 19 72	60 19 79	61 20 81	68 12 80	75 10 85	76 14 90
49 24 73	54 17 71	60 18 78	63 17 80	69 14 83	73 14 87	76 12 88
48 23 71	52 16 68	57 17 74	62 15 77	67 15 82	72 13 85	76 18 94
50 28 78	55 19 74	58 14 72	65 16 81	66 17 83	71 19 90	77 13 90
47 13 60	54 21 75	60 17 77	64 15 79	70 13 83	75 11 86	77 12 89
46 23 69	53 13 66	58 16 74	62 6 68	66 12 78	73 18 91	77 14 91
50 28 78	55 16 71	57 19 76	61 19 80	68 15 83	72 17 89	77 15 92
48 21 69	53 18 71	60 20 80	63 14 75	67 15 82	75 9 84	77 11 88
484 715	535 713	583 760	628 784	674 817	731 871	765 898
231	178	177	156	143	141	133
13—28	13—24	14—20	6—23	12—17	9—19	11—18

TABE

Lengtegroei van wortels van Lupinus albus, iedere reeks van gelijk
van 20° C. ± 1°. Milie

	22 mM.	25 mM.	30 mM.	37 mM.	41 mM.
1	22 16 38	25 17 42	30 18.5 48.5	37 20 57	41 9.5 50.5
2	22 20 42	25 18 43	30 28 58	37 22 59	41 18 59
3	22 28 50	25 26 51	30 21 51	37 21 58	41 12 53
4	22 16 38	25 31 56	30 22 52	37 20 57	41 26 67
5	22 15 37	25 15 40	30 14 44	37 26 63	41 21 62
6	22 23 45	25 15.5 40.5	30 14 44	37 20 57	41 24 65
7	22 23 45	25 27.5 52.5	30 17 47	37 31 68	41 26.5 67.5
8	22 17 39	25 21 46	30 14 44	37 25 62	41 20 61
9	22 18 40	25 31 56	30 17 47	37 20 57	41 19 59
10	22 19 41	25 29 54	30 25 55	37 25 62	41 95 50.5
Totale lengtetoename	195	231	190.5	230	185.5
Variatie in lengte-toename	15—28	15—31	14—28	20—31	9.5—26.5

TABE

Lengtegroei van wortels van Lupinus albus, varieerende binne
van 20° C. ± 1°. Milie

	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45
1	21 24 45	28 28 56	32 21 53	36 16 52	42 22 64
2	25 25 50	26 22 48	21 28 59	36 19 55	45 22 67
3	25 28 53	28 25 53	34 27 61	40 13 53	41 23 64
4	23 27 50	27 25 52	31 32 63	37 24 61	41 22 63
5	24 24 48	26 24 50	32 22 54	37 21 58	42 24 66
6	23 29 52	30 24 54	32 26 58	38 26 64	43 23 66
7	21 13 24	27 26 53	31 22 53	29 21 60	45 23 68
8	25 24 49	27 25 52	33 22 55	37 22 59	41 18 59
9	22 30 52	26 20 46	34 19 53	36 22 58	44 24 68
10	21 17 38	29 25 54	31 26 57	37 22 59	42 25 67
Lengte vóór en na de proef	230 471	274 518	321 566	373 579	426 652
Totale lengtetoename	241	244	245	206	226
Variatie in lengte-toename	13—30	20—28	19—32	13—26	18—25

N° 1.

lengte, gedurende 24 uur in het donker, bij een temperatuur
aqua monodestillata pH = 6.76.

44 mM.	52 mM.	61 mM.	66 mM.	73 mM.	80 mM.
44 22 66	52 21 73	61 15 76	66 14 80	73 8 81	80 10 90
44 22 66	52 22 74	61 15 76	66 18 84	73 12 85	80 12.5 92.5
44 14 58	52 19 71	61 18 79	66 14 80	73 12 85	80 12 92
44 22 66	52 20 72	61 22 83	66 17 83	73 25 98	80 11 91
44 16 57	52 16 68	61 17 78	66 18 84	73 18 91	80 9 89
44 19 63	52 16 68	61 19.5 80.5	66 16 82	73 14 87	80 11.5 91.5
44 20.5 64.5	52 19 71	61 24 85	66 25.5 91.5	73 18 91	80 14 94
44 22 66	52 15 67	61 23 84	66 12 78	73 19 92	80 12.5 92.5
44 18 62	52 15.5 67.5	61 13 74	66 9 75	73 75 80.5	80 13.5 93.5
44 13 57	52 11 63	61 20.5 81.5	66 21 87	73 17 90	80 9 89
188.5	174.5	187	164	150.5	115
13—22	11—22	13—24	9—25.5	7.5—25	9—14

N° 2.

5 m.M., gedurende 24 uur in het donker, bij een temperatuur
aqua monodestillata pH = 6.76.

46—50	51—55	36—60	61—65	66—70	71—75	76—80
50 23 73	51 24 75	57 19 76	65 13 78	67 14 81	71 14 85	76 13 89
46 23 69	55 15 70	56 18 74	62 23 85	66 16 82	74 15 89	76 11 87
50 25 75	53 19 72	60 19 79	61 20 81	68 12 80	75 10 85	76 14 90
49 24 73	54 17 71	60 18 78	63 17 80	69 14 83	73 14 87	76 12 88
48 23 71	52 16 68	57 17 74	62 15 77	67 15 82	72 13 85	76 18 94
50 28 78	55 19 74	58 14 72	65 16 81	66 17 83	71 19 90	77 13 90
47 13 60	54 21 75	60 17 77	64 15 79	70 13 83	75 11 86	77 12 89
46 23 69	53 13 66	58 16 74	62 6 68	66 12 78	73 18 91	77 14 91
50 28 78	55 16 71	57 19 76	61 19 80	68 15 83	72 17 89	77 15 92
48 21 69	53 18 71	60 20 80	63 14 75	67 15 82	75 9 84	77 11 88
484 715	535 713	583 760	628 784	674 817	731 871	765 898
231	178	177	156	143	141	133
13—28	13—24	14—20	6—23	12—17	9—19	11—18

plaatst moeten worden, wat niet mogelijk is. M a c h t raadde daarom aan, wortels te nemen van ongeveer dezelfde lengte. Hij heeft echter in zijn talrijke publicaties nooit vermeld, hoe groot de variatie in lengten was der door hem gebruikte wortels. Slechts op één plaats heb ik iets kunnen vinden over de vraag, waar hij zijn grenzen trok. Of hij dezelfde variatie bij alle andere proeven doorvoerde, is door hem niet vermeld. In de tabel, gepubliceerd in een studie betreffende den invloed van gepolariseerd licht op den groei van wortels, gaf M a c h t (66) bij een proefreeks van 10 kiemplanten lengten, varieerende tusschen 23 en 38 m.M.; hij nam daar dus wortels met lengten varieerende binnen 16 m.M. In een andere reeks nam hij wortels met lengten, varieerende van 35 tot 51 m.M.

Ik heb steeds lengten genomen wisselende binnen 5 m.M., voor het gemak heb ik bij de physiologische proeven de wortellengten ingedeeld als volgt: 21—25 m.M., 26—30 m.M., 31—35 m.M., enz. Toevallig is het, dat C o g g e s h a l l (14), wier mededeeling in de tweede helft van 1931 verscheen, ook werkte met wortellengten varieerende binnen de 5 m.M., n.l. 30 ± 2 m.M.

Is het noodzakelijk uit te gaan van wortels van dezelfde lengte? We moeten erkennen, dat dit binnen bepaalde grenzen niet noodig is. Uit de vorige tabel kan men reeds waarnemen, dat de totale lengtegroei van wortels van 22, 25, 30 en 37 m.M. niet veel verschilt en ook de wisseling in toename der afzonderlijke wortels in iedere reeks vertoont geen sterk uiteenloopende verschillen. Vanaf de beginlengte van 41 m.M. wordt de lengtetoename langzamerhand minder. Hierbij moet worden opgemerkt, dat kiemplantjes van deze lengte drie dagen oud zijn, terwijl wortels tot 40 m.M. lengte, slechts 2 dagen na het pooten gebruikt worden.

Op blz. 68 is vermeld tabel no. 2, waarin de beginlengten, varieerende binnen 5 m.M., vanaf 20 m.M. tot 80 m.M., zijn opgenomen.

Uit deze tabel kan men hetzelfde besluiten wat over de vorige is opgemerkt, n.l. dat met toename der beginlengte, de lengte vermeerdering minder wordt. Dat gaat weliswaar niet geleidelijk, maar is toch duidelijk waarneembaar.

Groei in voedingsmedia.

In bovenstaande tabellen is de groei gemeten van wortels, die gedurende 24 uur in aqua monodestillata gegroeid waren.

Zooals in het hoofdstuk over den groei der wortels reeds is besproken, zijn verschillende onderzoekers door hunne experimenten tot de gevolgtrekking gekomen, dat de wortelgroei in aqua redestillata zeer slecht is. Mijn proeven in aqua monodestillata laten echter ten duidelijkste zien, dat dit niet het geval is. Ik heb gelijke proeven in aqua redestillata herhaald en laat hieronder twee tabellen (No. 3 en 4) volgen om den groei in aqua monodestillata en in aqua redestillata te vergelijken.

Tabel No. 3.

Lengtegroei van wortels met een lengte varieerende binnen 5 m.M. gedurende 24 uur in het donker, bij een tempertuur van 20 ° C. ± 1 in aqua monodestillata pH 6,78. Iedere serie 10 planten.

Lengte der planten	21-25 mM.	26-30 mM.	31-35 mM.	36-40 mM.
Lengtegroei van 10 wortels	202	236	227	210
	212	227	228	216
	241	225	207	206
	219	202	213	232
	217	242	224	226
	230	224	227	245
Totaal	1321	1356	1326	1335
Verschil tusschen zwaksten en sterksten groei	16.2 %	16.6 %	9.2 %	16 %

In aqua redestillata groeien wortels van de lengten 21—25 m.M. minder goed dan in aqua monodestillata. Het verschil is echter niet groot. Bij de andere lengten is de groei gelijk en misschien zelfs beter.

Uit deze proeven blijkt, dat de groei van wortels der door ons gebruikte planten in aqua mono- en redestillata niet veel verschilt.

M a c h t laat de wortels voor zijn contrôleproeven steeds in een

voedingsoplossing, de solutie van Shive, groeien. In dit medium zouden de wortels beter groeien dan in aqua destillata. Bewijzen heeft hij niet gegeven.

Tabel No. 4.

Lengtegroei van wortels met een lengte varieerende binnen de 5 m.M. gedurende 24 uur, in het donker, bij een temperatuur van 20° C. ± 1, in aqua redestillata, pH ± 7. Iedere serie 10 planten.

Lengte der planten	21-25 mM.	26-30 mM.	31-35 mM.	36-40 mM.
Lengtegroei van 10 wortels	186 206 197 201 194 208	234 195 217 188 212 240	200.5 205 231 207 227 252	243 231 209 217 232 210
Totaal	1192	1286	1322.5	1342
Verschil tusschen zwaksten en sterksten groei	10.6 %	18.8 %	20.5 %	14 %

Een andere onderzoekster in hetzelfde instituut, de John Hopkins University in Baltimore, C o g g e s h a l l, heeft met voorbeelden gestaafd, dat wortels van Lupinus albus slecht groeien in aqua redestillata, vergeleken met den groei in Shive's solutie.

Ik laat hier twee tabellen (No. 5 en 6) volgen, waarin de groei in Shive's solutie van verschillend pH gehalte, is aangegeven.

Uitgaande van bovengenoemde waarden, kan men zeggen, dat de wortelgroei in Shive's solutie pH 4,78 het gunstigst is voor de lengten 21—25 m.M. en 31—35 m.M. ten opzichte van den groei in aqua monodestillata.

De lengtetoename in Shive's solutie pH 4,— is over het algemeen ook iets beter dan in aqua monodestillata. Dit is niet voor alle reeksen het geval.

Ten opzichte van den groei in aqua redestillata is de betere groei in Shive's solutie duidelijker dan ten opzichte van den groei in aqua monodestillata; bijv. de groei in aqua redestillata van

21—25 m.M. lengte is 83,3 % van den groei in Shive's solutie pH 4,78, dit is echter niet voor alle lengten het geval.

Over het algemeen kan men zeggen, dat de lengtegroei in aqua monodestillata even goed is als in Shive's solutie.

Tabel No. 5.

Lengtegroei van wortels met een lengte varieerende binnen de 5 m.M. gedurende 24 uur, in het donker, bij een temperatuur van 20° C. ± 1, in Shive's solutie met een pH 4.78. Iedere serie van 10 planten.

Lengte der planten	21-25 mM.	26-30 mM.	31-35 mM.	36-40 mM.
Lengtegroei van 10 wortels	240	234.5	242	217
	235	240.5	254	216
	238	227	242	230
	237.5	216	245	228
	241	235	212.5	230
	233	238	236	228
Totaal	1434.5	1391	1431.5	1349
Verschil tusschen zwaksten en sterksten groei	5.9 %	10.2 %	16.4 %	6.1 %

Met het oog op deze bevinding heb ik besloten de proeven niet in Shive's solutie te verrichten, maar in aqua monodestillata en wel om verschillende redenen: ten eerste, omdat de groei in aqua monodestillata weinig verschilt met den groei in de voedingsoplossing; ten tweede, omdat het eenvoudiger is; ten derde, omdat de voedingszouten met de chemicaliën of vergiftige stoffen, waarmede men wil experimenteeren, verbindingen zouden kunnen aangaan, zoodanig, dat de werking der chemicaliën of vergiften òf verzwakt òf versterkt zou worden. Dit laatste heb ik kunnen waarnemen. Aqua destillata heeft het voordeel, dat het optreden van deze mogelijkheid hier uitgesloten is, men heeft de te onderzoeken stof hier in een neutraal milieu.

Met deze tabellen heb ik een ander feit naar voren willen brengen, n.l. dat de lengtegroei in iedere rubriek verschilt. Voor iedere reeks heb ik het procentenverschil van groei van den zwaksten en

sterksten groei berekend. In aqua monodestillata is het grootste verschil 16.6 %, in aqua redestillata 20.5 %, in Shive's solutie pH 4,78 16.4 % en in Shive's solutie pH 4.— 17.3 %.

Tabel No. 6.

Lengtegroei van wortels met een lengte, varieerende binnen 5 m.M. gedurende 24 uur, in het donker, bij een temperatuur van 20° C. ± 1, in Shive's solutie, met een pH 4. Iedere serie van 10 planten.

Lengte der wortels	21-25 mM.	26-30 mM.	31-35 mM.	36-40 mM.
Lengtegroei van 10 wortels	244	202	202	202
	235	202.5	217	239
	243	206	214.5	223
	216	190	244	233
	213	237	242	235
	226	209	242	234
Totaal	1377	1346.5	1361.5	1356
Verschil tusschen zwaksten en sterksten groei	12.8 %	14.6 %	17.3 %	15.5 %

In aqua redestillata is het verschil het grootst, wat wijst op den minder gunstigen groei in die vloeistof. Het is toch een algemeen bekend feit, dat hoe ongunstiger het midden is voor den groei, hoe meer de individueele lengtegroei voor den dag komt. Vergelijkt men den groei in aqua monodestillata en Shive's solutie pH 4,78, dan blijkt er bijna geen verschil te zijn. Ook deze waarneming wijst er op, dat Shive's oplossing geen voorkeur verdient boven aqua monodestillata.

Soms groeien de wortels beter in aqua monodestillata dan in Shive's solutie, pH 4,78. Onderstaande tabel (No. 7) moge dit verduidelijken, echter, het omgekeerde komt ook voor; in al deze cijfers spelen evenwel de vroeger vermelde individueele verschillen een rol.

Nog een andere eigenaardigheid kan uit de tabellen 3, 4, 5 en 6 worden afgeleid en wel deze, dat de totale lengtegroei van wortels van 21—40 m.M. niet verschilt, m.a.w. men zou voor iedere reeks

van 10 planten alle lengten door elkaar kunnen nemen. Ten overvloede heb ik planten genomen met wortellengten die meer dan

Tabel No. 7.

Aqua monodestillata pH 6.78.			Shive's solutie pH 4.78.		
Begin-lengte	Groei	Lengte na 24 uur	Begin-lengte	Groei	Lengte na 24 uur
25 mM.	17 mM.	42 mM.	25 mM.	29 mM.	54 mM.
25	18	43	25	17.5	42.5
25	26	51	25	27	52
25	31	56	25	30	55
25	15	40	25	17	42
25	15.5	40.5	25	21	46
25	27.5	52.5	25	11.5	36.5
25	21	46	25	16.5	41.5
25	31	56	25	21	46
25	29	54	25	17	42
250	231	481	250	207.5	457.5

5 m.M. verschillen en den groei nagegaan. Hieronder een tabel (No. 8).

Tabel No. 8.

Lengtegroei van wortels met lengten wisselend boven 5 m.M. gedurende 24 uur in het donker, bij een temperatuur van 20° C. ± 1, in Shive's solutie pH 4.—.

Variatie der lengten.	Lentegroei.
25—30 m.M.	206,5 m.M.
26—30 ,,	242,5 ,,
22—30 ,,	203,5 ,,
20—30 ,,	218,5 ,,
30—39 ,,	214,5 ,,
26—32 ,,	210 ,,
22—39 ,,	1295,5 ,,

Uit het bovenstaande kan worden besloten, dat: 1e, de groei van wortels der door ons gebruikte Lupinus albus even goed in aqua monodestillata als in Shive's solutie plaats vindt; 2e. dat het voor de vergelijkbaarheid der proeven beter is wortellengten te nemen binnen 5 m.M., maar dat daarvan kan worden afgeweken, omdat wortels met een beginlengte van 20—40 m.M., afgezien van zeer kleine afwijkingen, denzelfden lengtegroei hebben.

Wortels met een lengte boven de 40 m.M. heb ik in de laatste tabellen niet verwerkt, gelijk in de eerste twee, omdat de totale lengtegroei dezer kiemplantjes, die drie dagen in mos hebben gegroeid, met de toename der beginlengte geleidelijk afneemt.

In hoeverre zij anders op chemicaliën reageeren dan wortels beneden de 40 m.M. lengte, zal ik in de hierna volgende bladzijden behandelen.

Groei in oplossingen van verschillende scheikundige stoffen.

In aansluiting aan hetgeen gezegd is over de lengtetoename in aq. dest. of in Shive's solutie, rijst de vraag, hoe de groei reageert ten opzichte van vergiftige stoffen in gelijke concentraties. Men zou daaruit een verschil in reactie kunnen afleiden. Men kan zulk verschil verwachten, omdat de lengtegroei niet gelijk is; vooral bij lengten boven 40 m.M. is het waarschijnlijk. M a c h t schreef, dat lengten boven 40 m.M. niet zoo gevoelig zijn als daar beneden. Onderstaande tabel (No. 9), waarop behalve de groei-index ook de werkelijke lengtetoename is opgegeven, laat zien, dat bij een sterke (toxische) concentratie van Na. benzoaat de groei-indices weinig verschillen. Tot de lengte van 50 m.M. is de phytotoxische index gelijk.

Het grootste verschil in de indices is 8,8 %. Merkwaardig is, dat de lengtegroei bij alle lengten practisch dezelfde is; de hoogere groeiïndices bij de grootere lengten zijn toe te schrijven aan den minderen groei der wortels, waardoor de verhoudingen anders worden.

Ik heb ook proeven genomen met zwakkere concentraties van Na-benzoaat, zie tabel 10. In die tabel heb ik ook de procenten vermeld van den groei in aqua monodest. en Na. benzoaat oplos-

singen, vergeleken met de oorspronkelijke lengte der wortels. Doordat de oorspronkelijke lengten toenemen en de lengtegroei afneemt, krijgt men geleidelijk afnemende waarden. De berekening van den groei-index kan men ook verkrijgen door de procenten, op deze wijze verkregen, op elkaar te deelen.

Tabel No. 9.

Lengte	Groei in Na-benzoaat. 0.5 %.			Groei in Shive's solutie.			Groeiverhouding in Shive's solutie en in Na-benzoaat oplossing	Groei-index %	Groei-index % 2e serie
	Begin-lengte	Lengte na 24 uur	Groei in 24 uur	Begin-lengte	Lengte na 24 uur	Lengtegroei in 24 uur			
21-25	230	257	27	230	471	241	27 : 241	11.2	
26-30	274	302	28	274	518	244	28 : 244	11.4	
31-35	321	348	27	321	566	245	27 : 245	11.-	
36-40	373	397	24	373	579	206	24 : 206	11.6	
41-45	426	452	26	426	652	226	26 : 226	11.5	
46-50	484	512	28	484	715	231	28 : 231	12.1	11.7
51-55	535	563	28	535	713	178	28 : 178	15.7	12.9
56-60	583	613	30	583	760	177	30 : 177	17.9	15.4
61-65	628	657	29	628	784	156	29 : 156	18.5	17.5
66-70	674	702	28	674	817	143	28 : 143	19.5	18.3
71-75	731	759	28	731	871	140	28 : 140	20	19.2

Lengte 21—25 m.M. vertoont den hoogsten index, daarop volgt lengte 61—65 m.M., dan lengte 56—60 m.M., terwijl lengte 46—50 m.M. den laagsten groei-index vertoont. Uit den aard der zaak worden ook hier al deze cijfers sterk beïnvloed door individueele verschillen der kiemplantjes.

Bij zwakke concentraties vertoonen de groei-indices meer schommelende waarden en is ook niet uit te maken bij welk lengte de groei het sterkst is.

Het verschil tusschen den hoogsten en laagsten index is 22,6 %.

Ook voor een nog zwakkere concentratie van Na. benzoaat, tabel 11, kan hetzelfde gezegd worden.

De hoogste groei-index ligt met deze concentratie bij 21—25

Tabel No. 10.

Lengte der wortels in mM.	Groei in C_6H_5C00 Na 0.005 % t.o.v. de oorspr. lengte	Groei in aq. dest. t.o.v. de oorspronkelijke lengte	Phyto-toxische index in C_6H_5C00 Na 0.005 %
21—25	75.3 %	85.9 %	87.6 %
26—30	65.1 „	86.7 „	75.1 „
31—35	59.2 „	77.0 „	76.0 „
36—40	48.4 „	64.9 „	74.6 „
41—45	38.3 „	54.3 „	70.7 „
46—50	24.2 „	36.8 „	65.0 „
51—55	24.7 „	36.0 „	68.5 „
56—60	24.0 „	31.0 „	76.9 „
61—65	20.2 „	26.7 „	80.6 „
66—70	21.1 „	29.5 „	71.2 „
71—75	17.1 „	23.1 „	74.0 „
76—80	11.2 „	16.0 „	69.9 „

Tabel No. 11.

Lengte der wortels in mM.	Groei in C_6H_5C00 Na 0.001 % t.o.v. de oorspr. lengte	Groei in aq. dest. t.o.v. de oorspronkelijke lengte	Phytotoxische index in Na.benz. 0.001 %
21—25	75.3 %	85.9 %	87.6 %
26—30	66.2 „	86.7 „	76.3 „
31—35	59.9 „	77.0 „	77.0 „
36—40	47.4 „	64.9 „	73.0 „
41—45	41.2 „	52.5 „	78.0 „
46—50	37.3 „	45.2 „	81.9 „
51—55	24.3 „	31.2 „	77.8 „
56—60	21.0 „	32.1 „	65.1 „
61—65	15.0 „	23.1 „	64.9 „
66—70	14 4 „	20.3 „	71.6 „
71—75	9.4 „	13.3 „	71.6 „
76—80	8.7 „	11.7 „	73.7 „

m.M. lengte en de laagste bij 61—65 m.M. Den laagsten groei-index vindt men bij een andere lengte dan in de vorige tabel. Het verschil tusschen den hoogsten en laagsten index is 22,7 %.

Behalve in Na-benz. heb ik ook de toename van alle lengten in 0.05 % ureumoplossing nagegaan, (Tabel 12). Hier vertoont de schommeling der indices een ander beeld. Den sterksten groei krijgt men bij lengte 56—60 m.M. en den zwaksten bij 71—75 m.M. Het verschil tusschen den hoogsten en laagsten index is bijzonder hoog, n.l. 39,9 %.

Tabel No. 12.

Lengte der wortels in mM.	Groei in ureum t.o.v. de oorspronkelijke lengte	Groei in aq. dest. t.o.v. de oorspronkelijke lengte	Phytotoxische index in 0.05 % ureum
21—25	89.4 %	114.7 %	77.9 %
26—30	84.7 „	91.6 „	92.4 „
31—35	72.0 „	80.4 „	89.5 „
36—40	49.0 „	68.7 „	72.2 „
41—45	—	—	—
46—50	36.1 „	37.6 „	96.0 „
51—55	32.8 „	38.1 „	85.6 „
56—60	34.5 „	32.2 „	106.6 „
61—65	24.0 „	29.3 „	82.1 „
66—70	20.1 „	25.0 „	80.4 „
71—75	16.8 „	25.0 „	66.7 „
76—80	12.3 „	18.2 „	57.6 „

Uit bovenstaande proeven valt niet met zekerheid te zeggen of een bepaalde wortellengte als uitgangspunt de voorkeur verdient om voor deze proefnemingen te worden gebruikt. Na-benz. geeft bij verschillende concentraties een verschillend beeld te zien, terwijl ureumoplossing weer een ander beeld vertoont. In zekeren zin rechtvaardigen de resultaten de conclusie, dat alle lengten genomen kunnen worden.

M a c h t is de meening toegedaan, dat wortels boven 40 m.M. niet gebruikt kunnen worden, omdat ze minder gevoelig zijn. Hij heeft geen voorbeelden gegeven, noch bij de proeven met chemicaliën, noch bij proeven met sera. De mogelijkheid bestaat, dat die uitspraak berust op indrukken. Lengten boven de 60 m.M. heb ik voor de proeven met sera niet genomen.

Reeds eerder heb ik aangetoond, dat de groei van Lupinus albus wortels in aq. monodest. even goed plaats heeft als in Shive's solutie en de mogelijkheid geopperd, dat het zuiverder zou zijn, steeds aq. dest. te gebruiken, omdat de te onderzoeken toxisch werkende stoffen als zoodanig worden opgelost, terwijl, wanneer men ze in Shive's solutie oplost, ze met de daarin voorkomende anorganische zouten verbindingen zouden kunnen vormen. Men krijgt dus de inwerking van deze nieuwe verbindingen op den groei van de wortels, inplaats van de inwerking der oorspronkelijk te onderzoeken stoffen. Proeven in deze richting genomen (tabel 13) laten inderdaad zien, dat er belangrijke verschillen optreden.

Tabel No. 13.

Vergelijkende proeven met Na. benz. opgelost in Shive's sol., (contrôle ook in Shive's solutie) en Na. benz. opgelost in aq. m.dest. (contrôle eveneens in aq. m.dest.) op den groei van wortels van verschillende lengten.

Lengte der wortels in mM.	Na. benz. 0.01 °/₀ in Shive's solutie	Na. benz. 0.01 °/₀ in aq. m. dest.	Na. benz. 0.005 °/₀ in Shive's solutie	Na. benz. 0.005 °/₀ in aq. m. dest.	Na. benz. 0.001 °/₀ in Shive's solutie	Na. benz. 0.001 °/₀ in aq. m. dest.
21—25	20.3 °/₀	60.0 °/₀	37.4 °/₀	77.0 °/₀	72.3 °/₀	82.1 °/₀
26—30	12.8 „	62.0 „	34.7 „	70.0 „	74.2 „	76.3 „
31—35	15.9 „	64.4 „	35.5 „	85.4 „	72.2 „	86.7 „
36—40	16.5 „	61.6 „	36.0 „	81.0 „	87.0 „	85.9 „

Na. benz. opgelost in Shive's solutie werkt veel giftiger dan opgelost in aq. m.dest. Echter niet bij alle concentraties; de zwakke concentratie van 0,001 % heeft in Shive's solutie denzelfden invloed als opgelost in aq. m.dest.

M a c h t en anderen, die zijn methode volgden, hebben steeds Shive's solutie gebruikt voor de proeven met sera. Met het oog op den mogelijken invloed van Shive's solutie in vergelijking met aqua m.dest. heb ik ook hiermede proeven gedaan en wel in het bijzonder bij pernicieuse anaemie, omdat volgens M a c h t de remmende invloed van pernicieus anaemisch bloed specifiek is.

Verder heb ik den phytotoxischen index nagegaan van ureum

in Shive's solutie en in aq. m.dest. Ook in dit geval bleek de oplossing in Shive's solutie meer toxisch te zijn dan de oplossing in aq. m.dest.; het verschil is evenwel gering.

Tabel No. 14.

Lengte	Ureum 0.05 % in Shive's solutie	Ureum 0.05 % in aq. m. destillata.
21 - 25	73.9 %	95.7 %
26—30	86.1 „	87.1 „
31 - 35	79.4 „	93.0 „
36—40	85.9 „	93.1 „

Hieronder volgt een tabel (no. 15), waar de invloed van Na. benzoaat van opeenvolgende concentraties in Shive's solutie en aq. m.dest. opgelost, kan blijken.

Hetgeen tevoren omtrent de giftige werking van Na. benzoaat in Shive's solutie opgelost is gezegd, kan ook uit deze tabel worden afgeleid. Merkwaardig is het volgende: bij zeer verdunde oplossingen van Na-benzoaat blijkt de concentratie, waarbij geen invloed op den groei wordt uitgeoefend, gelijk te zijn, of dit zout in aqua monodestill., dan wel in Shive's vloeistof is opgelost. Hetzelfde geldt voor zóó sterke oplossingen, dat de groei daarin niet meer plaats vindt. Daarentegen is de invloed op den groei van tusschen deze beide polen gelegen concentraties Na-benzoaat, in aq. monodest. en in Shive's oplossing verschillend.

De groei-indices, verkregen door Na-benzoaat in Shive's solutie, zijn niet zoo regelmatig als die, welke gegeven worden door Na-benzoaat in aq. m.dest. Men krijgt een verspringing der waarden.

Zet men de groei-indices en de concentraties in een kromme uit, waarbij de ordinaat de groeiprocenten en de abscis de concentraties aangeeft (zie grafiek blz. 83), dan valt de sterke daling der groeicoëfficienten in Shive's solutie op, terwijl de indices door Na-benz. in aq. m.dest. een zeer zachte golving maken. Vergelijkt men de concentratie-kromme met die der indices, dan komt de groeikromme door Na-benz. in aq. dest. meer overeen met de concen-

Tabel No. 15.

Lengte der wortels 25—30 m.M.

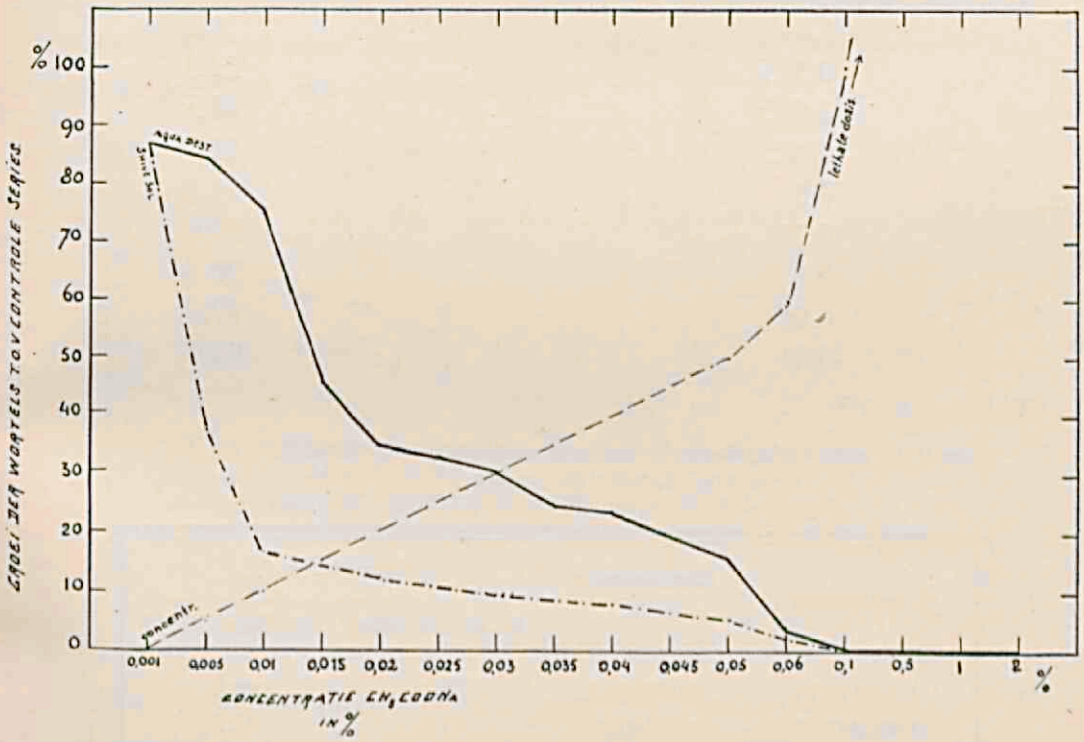
Na. benz. in Shive's sol. %	Groei-index %	Na. benz. in aq. dest. %	Groei-index %
0.001	87.0	0.001	87.0
0.005	37.0	0.005	84.7
0.01	16.5	0 01	75.6
0.015	12.3	0.015	45.6
0.02	12.1	0.02	34.7
0.025	10.2	0.025	32.4
0.03	9.8	0.03	30.0
0.035	8.9	0.035	24.7
0.04	8.0	0.04	23.4
0.045	6.0	0.045	19.5
0.05	5.4	0.05	15.6
0.06	2.2	0.06	3.6
0.1	0	0 1	0
0.5	0	0.5	0
1.0	0	1.0	0
2.0	0	2.0	0

tratie-kromme. Deze grafiek laat duidelijk het voordeel zien aq. monodest. te gebruiken als midden voor de bestudeering der inwerking van chemische, en vergiftige stoffen in het algemeen, op den groei van Lupinus albus wortels. In ieder geval geldt dat voor de door ons gebruikte zaden.

Betreffende verdere, eventueel vergiftig werkende, chemische stoffen, heb ik den invloed van hydrochloras cocaïni op den groei nagegaan en bevonden, dat bij concentratie van ± 0,5—1 % een, allengs sterker wordende remming valt waar te nemen. *) Van een regelmatige vertraging van den groei in geleidelijk toenemende concentraties valt weinig te bespeuren; volgens de tabel zou men eerder geneigd zijn aan te nemen, dat zwakke concentraties (b.v. onder 0,5 %) praktisch geen invloed uitoefenen. Ten deele is dit met de bevindingen van M a c h t in overeenstemming.

*) Zie tabel 16.

In concentraties van 1 tot 0,25 % zijn de wortels aan de basis rood-bruin verkleurd, terwijl bij de eerste twee concentraties de wortels ten deele slap zijn.



In de publicatie van Coggeshall (14) vindt men eenige proeven over den invloed van azijnzuur op den groei beschreven. Zij gebruikt verschillende concentraties, oploopend van ± 30 tot ± 6000 millioenste N; uitgaande van een standaardoplossing van 0,12096 N. Zij neemt haar proeven zoowel in voedingsoplossing van Shive als in gedestilleerd water en de resultaten, in een graphiek vastgelegd, wijzen op een grootere toxiciteit van azijnzuur in water dan in Shive's oplossing en wel in dier mate, dat de lethale dosis in Shive's oplossing eerst bij een tweemaal sterkere concentratie bereikt wordt dan in aqua dest.

Overigens loopen de krommen vrijwel parallel.

Eveneens uitgaande van een standaardoplossing = 0,12096 N. heb ik haar proeven nagedaan met concentraties van ± 12 —— 1200 millioënste N.; eveneens in voedingsoplossing en aqua dest.

Tabel No. 16.

Verband tusschen de concentratie van hydrochloras cocaïne en den groei van Lupinus albus wortels.

Concentratie hydrochloras cocaïn. %	Phytotoxische index. %
1,—	8,2
0,875	52,3
0,675	48,5
0,625	66,0
0,5	81,3
0,25	93,6
0,1	90,2
0.05	97,3
0,01	92,5

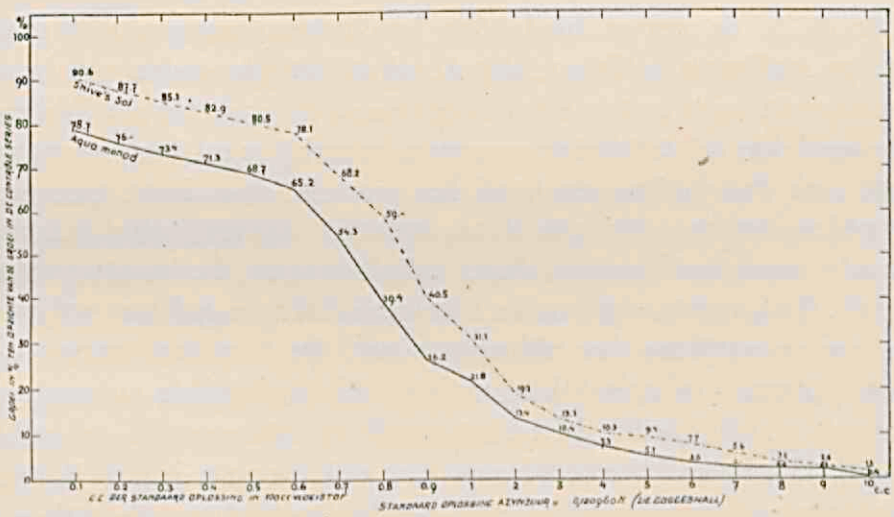
Tabel No. 17.

Groei in azijnzuuroplossing, verdund met aqua monodestillata en Shive's oplossing. Lengte der zaden 33 ± 2 m.M.
Standaardoplossing azijnzuur 0,12096. Normaal.

N. oplossing	Concentratie in °/₀	Groeiindex °/₀	
		In aq. m. dest.	In Shive's opl.
0.00012096	0.0007263	78.7	90.6
0.00024192	0.0014526	76.0	87.7
0.00036288	0.0021789	73.4	85.1
0.00048384	0.0029052	71.3	82.9
0.00060480	0.0036315	68.7	80.5
0.00072576	0.0043578	65.2	78.1
0.00084672	0.0050841	54.3	68.1
0.00096768	0.0058104	39.4	59.0
0.00108864	0.0065367	26.2	40.5
0.00120960	0.0072630	21.8	31.1
0.00241920	0.0145260	13.4	19.2
0.00362880	0.0217890	10.4	13.3
0.00483840	0.0290520	7.3	10.3
0.00604800	0.0363150	5.1	9.4
0.00725760	0.0435780	3.6	7.7
0.00846720	0.0508410	3.0	5.6
0.00967680	0.0581040	2.6	3.5
0.01088640	0.0653670	2.3	2.6
0.01209600	0.0726300	0.4	1.3

De resultaten zijn in onderstaande graphiek afgebeeld (zie tevens tabel 17).

Ook hier ziet men een sterkere toxiciteit van azijnzuur in aqua dest. ten opzichte van dezelfde stof in voedingsoplossing bij gelijke concentraties; alleen met dit verschil, dat de lethale dosis voor beide milieu's ongeveer bij dezelfde concentratie ligt en lager dan in de proeven van C o g g e s h a l l.



De sterke remming van den groei bij lage concentraties en de geleidelijke afname bij hoogere, waardoor de kromme in den aanvang een sterken val vertoont, is eveneens met de resultaten van C o g g e s h a l l in overeenstemming en berust vermoedelijk hierop, dat bij hoogere concentraties altijd nog eenige groei plaats vindt, vóór de schadelijke inwerking van azijnzuur het proces tot stilstand brengt, zoodat bij hooge concentraties de groeïndices weinig verschillen en het nulpunt min of meer naar rechts verschoven is.

B.

PROEVEN MET SERA.

1. Inleidende proeven met bloedsera.

Uit de in de vorige bladzijden beschreven proeven met scheikundige stoffen is gebleken, dat de phytotoxische index een bruikbare aanwijzing is omtrent hun voorkomen en hoeveelheid. Wil men deze methode in de kliniek invoeren, waarbij men dus serum toevoegt aan de voedingsvloeistof der wortels, dan dient men eerst het gedrag na te gaan van de wortels ten opzichte van sera van gezonde personen. Er rijzen direct enkele vragen, die beantwoording eischen. Ten eerste, *van welke serumconcentratie zal men uitgaan?* Om een vergelijking der uitkomsten met die van den oorspronkelijken onderzoeker mogelijk te maken, heb ik dezelfde concentratie genomen als die, welke M a c h t steeds bij zijn proeven gebruikte, n.l. 1%. H e r z en W e i c h b r o d t en ook S t e r n namen hoogere concentraties; dit verschil is niet zonder invloed op de uitkomst. Ik heb om dit na te gaan verschillende voedingsvloeistoffen bereid met een toenemend gehalte aan serum en het verschil in den groei bepaald. Zie onderstaande tabel no. 18.

Tabel no. 18.

Invloed van het serum van verschillende concentraties op den groei van wortels van Lupinus Albus.

Concentratie van het serum	Groeiïndex %	
	Normaal serum	Pathologisch serum
1 %	70.9	72.7
2 %	65.7	55.0
4 %	45.3	37.6
6 %	40.4	33.4
8 %	30.5	28.9
10 %	28.2	20.6
12 %	25.4	13.1
16 %	17.1	10.6
20 %	—	9.8

Met toenemend serumgehalte der voedingsvloeistof wordt de remmende invloed op den groei grooter, tengevolge waarvan de groeiindices afnemen. Bij 20% serum is bijna geen groei meer waar te nemen. Behalve dat de lengtegroei afneemt, ziet men nog andere verschijnselen van abnormalen groei der wortels, n.l. diktetoename, groeikromming en vermindering van den turgor der wortels; al deze pathologische verschijnselen nemen met de toename der concentraties in graad toe. Om deze reden is het wenschelijk te werken met 1% serumconcentratie.

De tweede vraag, die zich voordoet, is: *hoe lang kan men het serum bewaren?* M a c h t ontving de sera van verschillende ziekenhuizen in de omgeving, zoodat hij ze soms eerst na vijf dagen kon gebruiken; het bleek hem, dat de sera in dien tijd niet van eigenschap veranderden ten opzichte van den groei der wortels. Andere onderzoekers na hem kwamen tot tegenstrijdige meeningen. De een vond een verhooging, de ander een vermindering der giftigheid van het serum. Bij de beoordeeling van de verandering in giftigheid der sera uit de groeïndices, komt het mij voor, dat sommige onderzoekers te veel waarde hechtten aan kleine verschillen in de groeiindices. Want, bepaalt men van een serum op denzelfden dag den groeïndex in verschillende reeksen van wortels, dan krijgt men verschillende waarden. Zoo geeft b.v. het serum van een patiënt groeïndices van 85,6%, 95,1%, 90,9%, 87,5%, 87,5% en 80,3%. Het verschil tusschen den hoogsten en laagsten index bedraagt 14,8%. Bepaalt men van een serum den groeïndex op verschillende, achtereenvolgende dagen, dan ziet men hetzelfde beeld, dus een inconstanten index. Men krijgt geen regelmatige stijging of daling der indices, maar ze zijn geheel wisselvallig. Om een voorbeeld te noemen, geeft een serum de volgende waarden: 1e dag 62,7%, 2e dag 72,7%, 3e dag 81,1%, 4e dag 66,2%, 5e dag 67,2%, 6e dag 52,7%, 7e dag 68,7%, 8e dag 78,5%, 9e dag 68%. Van dit serum is het verschil tusschen den hoogsten en laagsten index 28,4%; waarlijk geen gering onderscheid! Dit vindt men ook, wanneer men een groot aantal normale sera van verschillende personen onderzoekt; ook in dat geval vindt men een verschil tusschen den hoogsten en laagsten index van ongeveer 30%. M a c h t en U p j o h n hebben dit eveneens gevonden. Men zou dit resultaat aan het verschil in

giftigheid der sera kunnen toeschrijven, maar evenzeer dient rekening te worden gehouden met de fout, die de methode — blijkens de contrôleproeven — met zich brengt.

In gevallen, dat de index laag is, is het noodzakelijk de proef te herhalen, vooral juist daar, waar men een sterke remming van den groei niet verwacht. Een serum, dat er normaal uitzag, d.w.z. helder en heel licht van kleur, met een normaal ureumgehalte, had een index van 41,8%; de patiente, van wie het serum afkomstig was, menstrueerde niet. Bij een tweede onderzoek bedroeg de index 70%. Het is dus wel geboden om in twijfelachtige gevallen de proef niet één keer te doen, maar haar te herhalen. Uit de reeds vermelde proeven op achtereenvolgende dagen valt niet af te leiden, dat de giftigheid der sera verandert door bewaring; niettemin verdient het aanbeveling er zorg voor te dragen, dat het serum in de ijskast bewaard wordt en dat er geen infectie is opgetreden. Ik heb sera van normale personen tot vier maanden bewaard, zonder dat de giftigheid veranderd was.

Ook van pathologische sera verandert de giftigheid niet altijd door bewaren, b.v. serum van nephritispatiënten met ureumretentie hebben na tien maanden bewaren in de ijskast een nagenoeg denzelfden groeïndex.

In de volgende tabel, no. 19, zijn de indices van patiënten met verschillende ziekten aangegeven, de tweede bepaling eenigen tijd na de eerste. De proeven zijn met aqua monodestillata genomen.

Sera van normale menschen en ook sera van patiënten die in het begin een normalen groeïndex hadden, hebben door het bewaren hun invloed op den groei niet gewijzigd. Men ziet zoowel daling als stijging der indices, maar de waarden van beide blijven binnen de, onder normale omstandigheden gelegen, foutengrens.

Anders is dit met sera, die van te voren een remmenden invloed hebben gehad. No. 24, 26, 29, 31, 40 en 41 hebben bij de tweede bepaling een hoogeren index, zoodat een achteruitgang van den remmenden invloed moet worden aangenomen. Deze sera waren afkomstig van patiënten met verschillende ziekten, zooals carcinoom, cholelithiasis, lever cirrhose van Laënnec, mitraal insufficiëntie en dysmenorrhoe. Bij twee patiënten, n.l. no. 42b en 43, zijn de indices dezelfde gebleven, ja eerder verlaagd. Bij deze sera, afkomstig van

Tabel no. 19.

No.	Geslacht	Leeftijd	Diagnose	1e bepaling	2e bepaling	Duur van bewaring v. h. serum
1	M	45	Normaal.	74.7	69.0	19 dagen
2	M	43	id.	80.5	68.5	2 mnd., 17 d.
3	V	42	id.	86.6	75.5	1 maand
4	M	34	id.	90.1	73.1	18 dagen
5	M	31	id.	80.6	92.8	1 maand
6	M	24	id.	80.0	84.0	1 maand
7	M	46	Ulcus ventriculi.	80.2	75.0	28 dagen
8	V	51	Ulcus ventriculi, Secund. anaemie.	73.3	72.2	2½ maand
9	M	36	Secund. anaemie.	84.9	65.5	1 maand
10	M	59	Ulcus ventriculi.	71.2	78.0	1 mnd., 11 d.
11	M	26	Ulcus ventriculi, Secund. anaemie.	74.2	85.0	3 maanden
12	V	48	Anaemia, achylia gastrica.	77.1	87.1	1½ maand
13	M	63	Hyperchrome anaemie en ascaradiasis.	81.3	85.9	1 maand
14	V	48	Pernicieuse anaemie.	75.0	94.7	7 weken
15	V	57	Pernicieuse anaemie.	76.3	60.7	4 maanden
16	M	47	Pernicieuse anaemie.	74.4	76.4	1 maand
17	M	67	Pernicieuse anaemie.	62.1	66.6	10 dagen
18	M	55	Pernicieuse anaemie.	79.9	80.3	25 dagen
19	M	58	Pernicieuse anaemie.	82.9	87.0	3 maanden
20	M	67	Carcinoom v. d. maag.	75.9	72.4	6 weken
21	V	53	Carcinoom v. d. maag?	90.3	76.7	1 maand
22	V	53	Carcinoom v. d. maag.	85.8	77.0	2 maanden
23	M	49	Carcinoom v. d. maag?	90.0	90.6	5 maanden
24	M	69	Carcinoom v. d. maag.	56.5	67.7	2 maanden
25	M	78	Carcinoom v. d. maag.	87.4	67.2	3 maanden
26	M	45	Carcinoom v. d. maag met levermetastasen.	43.4	81.6	3 maanden
27	V	19	Morbus Basedowi.	90.9	76.0	1 maand
28	V	40	Cholelithiasis?	73.6	84.8	2½ maand
29	V	53	Cholelithiasis.	56.6	70.3	1½ maand
30	M	20	Hypophysaire adipositas.	74.8	79.3	2½ maand
31	M	62	Cirrhose hepatis v. Laennec.	59.5	75.0	3 maanden
32	M	45	Lues.	74.1	84.0	2½ maand
33	M	14	Haemophilie.	78.5	86.7	15 dagen
34	M	60	Prostaat hypertrophie.	75.3	75.3	3 dagen
35	V	18	Dysmenorrhoe.	67.0	67.0	16 dagen
36	V	58	Asthma bronchiale.	85.8	82.5	1 maand
37	V	46	Bronchopneumonie.	83.8	102.2	3½ maand
38	M	52	Diabetes mellitus.	83.9	91.3	3 maanden
39	M	29	Mitraal insufficiëntie.	80.5	80.9	1 maand
40	M	78	Mitraal insufficiëntie.	54.6	86.0	2 maanden
41	V	20	Dysmenorrhoe.	35.6	61.0	1 maand
42a	V	47	Secundaire schrompelnier, hyperthyreoidie.	65.7	62.4	7 dagen
42b	V	47	Secundaire schrompelnier, hyperthyreoidie.	52.5	41.2	10 maanden
43	V	36	Secundaire schrompelnier en nierabscessen.	39.3	30.0	1 jaar

patiënten met ureumretentie tengevolge van secundaire schrompelnieren, is de giftigheid op dezelfde hoogte gebleven, na een jaar in de ijskast te hebben gestaan. Men is geneigd hieruit af te leiden, dat de giftigheid bij de eerste groep van patiënten door het bewaren achteruitgegaan is en bij de laatste twee patiënten niet, en dat zij bij dezen van anderen oorsprong en aard moet zijn dan bij de eerste. Ik durf hieruit geen vergaande conclusie te trekken, omdat het aantal gevallen te klein is.

Opgemerkt zij, dat bij patiënten no. 24, 26, 29, 31, 40 en 41 bij de eerste proef geen contrôleproeven zijn genomen, hetgeen eigenlijk noodig ware geweest: immers, het bleek ons reeds, dat parallelproeven niet zelden vrij aanzienlijke verschillen te zien geven. Bij patiënten no. 42b en 43 zijn wel dubbele proeven gedaan, waarbij de groeïndex in beide reeksen laag bleek te liggen.

Bij de proeven met verschillende scheikundige stoffen hebben we gezien, dat het niet onverschillig is of men de oplossing van Shive of aqua monodestillata als voedingsmedium gebruikt. Hoe is dit het geval bij serumoplossingen? De beantwoording van deze vraag volgt uit de hieronder beschreven proeven bij sera van gezonden en zieken.

Daar ik zoowel met Shive's oplossing als met aqua destillata als voedingsmedium heb gewerkt, zal ik eerst de proeven in aqua destillata behandelen en daarna die in Shive's solutie. De op beide werkwijzen gebruikte sera zijn van andere patiënten, zoodat ze ieder een aparte bespreking noodig maken. Echter zijn er reeksen sera, die met beide methoden op hun groeïndices zijn onderzocht, zoodat in die gevallen een zuivere vergelijking mogelijk is.

2. Proeven in aqua monodestillata met wortels van 40—60 mm.

a. Gezonden.

Normaal serum heb ik van studenten verkregen en van patiënten, die met vage klachten van allerlei aard op de polikliniek zijn verschenen, en bij wie, bij algemeen onderzoek, geen afwijkingen zijn gevonden. Bij deze personen zijn steeds de urine, het bloedserum en de reacties van Wassermann en Sachs en Georgi onderzocht. Al naar de richting, waarin de klachten wezen, werden Röntgenfoto's van longen, hart, maag, galblaas, lever en darmen gemaakt;

Tabel no. 20.

Invloed van serum, afkomstig van gezonde menschen op den groei van Lupinus albus L. wortels.

Doorloopend nr.	Geslacht	Leeftijd	Groeiïndex %
1	Vr.	30	78.0
2	Vr.	17	81.2
3	Vr.	21	80.7
4	M.	24	80.0
5	M.	27	60.3
6	Vr.	22	91.3
7	Vr.	26	74.6
8	M.	33	92.7
9	Vr.	38	85.2
10	M.	43	80.5
11	Vr.	50	86.8
12	M.	40	80.0
13	M.	45	72.4
14	M.	43	79.5
15	M.	24	80.0
16	M.	37	81.2
17	M.	37	76.2
18	M.	24	96.1
19	M.	56	78.9
20	Vr.	19	90.6
21	M.	45	74.4
22	M.	52	80.9
23	M.	36	94.6
24	M.	26	64.7
25	M.	24	74.4
26	M.	26	72.0
27	M.	25	75.5
28	M.	25	94.8
29	M.	26	74.8
30	M.	24	62.7
31	M.	35	80.6
32	M.	47	76.9
33	Vr.	30	81.9
34	Vr.	23	69.6
35	Vr.	53	70.0
36	M.	27	61.7
37	Vr.	30	73.9
38	Vr.	31	72.3
39	Vr.	30	78.0
40	Vr.	29	82.7
41	M.	34	90.1
42	M.	20	82.2
43	M.	74	61.6
44	M.	49	71.1
45	Vr.	18	85.2
46	M.	23	75.5
47	Vr.	38	77.4
48	M.	41	95.2
49	M.	35	80.0
50	M.	45	76.1
		Gemiddeld:	78.7
		Variatie: 60.3 —	96.1 %

verder, zoonoodig, laboratoriumonderzoekingen, zooals de bezinkingssnelheid der roode bloedlichaampjes, ureum- en bilirubinebepaling in het bloedserum, functioneel maagonderzoek, duodenaalsondage etc. verricht. Op de kleur en helderheid van de sera werd gelet. De sera zijn genomen meest tusschen tien en twaalf uur in den voormiddag, dus eenige uren na het ontbijt. Ik heb ook sera gedurende den nuchteren toestand genomen. De indices verschillen niet van die van patiënten, die ontbeten hadden en bij wie het serum 3 à 4 uur na het ontbijt werd afgenomen. Dat de voedselopname eenigen invloed zal uitoefenen, is niet uitgesloten. Het aantal gevallen is niet groot genoeg om definitieve conclusies te veroorloven en omdat de foutengrens zoo hoog ligt.

De door mij gevonden gemiddelde waarde komt overeen met de door U p j o h n verkregen uitkomst; eveneens de variatie der indices. Met die van M a c h t vergeleken, vertoonen mijn cijfers kleine verschillen.

b. Zieken.

In tabel no. 21 zijn patiënten met verhoogden bloeddruk opgenomen. Ze hebben geen afwijkingen in de urine, terwijl in het bloedserum geen ureumretentie of glycaemie wordt gevonden. Deze patiënten zijn allen polikliniekpatiënten bij wie geen objectieve afwijkingen werden gevonden. De phytotoxische index varieert van 52,3% tot 97,3% met een gemiddelden index van 73,9%.

De variabiliteit dezer indices is iets grooter dan bij normale personen, terwijl de gemiddelde waarde geen noemenswaardig verschil vertoont met die van gezonde individuën. Ofschoon de gemiddelde index heel weinig verschilt met dien van gezonde menschen is het relatief overwegen der lagere indices een aanwijzing, dat het serum van menschen met een verhoogden bloeddruk niet geheel gelijk te stellen is met dat van normale individuën.

In tabel no. 22 zijn patiënten met diabetes mellitus opgenomen. De patiënten zijn gerangschikt naar het glucosegehalte in het bloedserum, in nuchteren toestand gevonden, in zeker opzicht dus naar den ernst der ziekte.

Immers, over het algemeen is het „nuchtere" glucosegehalte van het bloed eenigermate een maatstaf voor den ernst der ziekte. Uit de

Tabel no. 21.

Patiënten met hypertensie (geen ureumretentie).

Doorloopend no.	Geslacht	Leeftijd	Bloeddruk	Opmerkingen	Phytotoxische index %
51	V.	61	S 155 / D 90	Lichte Hypertensie.	62.5
52	V.	52	S 155 / D 90	Lichte Hypertensie.	65.7
53	V.	57	S 195 / D 85	Otosclerose, arteriosclerose.	62.7
54	V.	35	S 220 / D 50	Essentieele hypertensie.	72.2
55	V.	47	S 175 / D 100	Hypertensie.	80.5
56	V.	47	S 175 / D 80	Arthritis deformans.	97.3
57	V.	47	S 170 / D 95	Hypertensie.	80.3
58	M.	67	S 175 / D 80	Prostaat hypertrophie.	80.1
59	M.	62	S 165 / D 100	Prostaat hypertrophie.	66.2
60	M.	58	S 145 / D 80	Lichte hypertensie.	54.2
61	M.	71	S 155 / D 85	Hydrocêle testis, glucosurie.	52.3
62	M.	67	S 180 / D 110	Hypertensie.	92.8
63	V.	38	S 155 / D 100	Lichte hypertensie.	80.4
64	M.	58	S 155 / D 95	Hypertrophia cordis.	85.9
				Gemiddeld:	73.9

tabel kan men terstond zien, dat de phytotoxische index niet parallel gaat met den graad der glycaemie, en dat hij niet afhankelijk is van het al dan niet bestaan van coma. De bedoelde patiënt no. 65 toch is op denzelfden dag van opname in coma overleden en toch is de remmende invloed van zijn serum niet sterker dan van patiënten no. 66, 68, 70, 73, 74 en 76, die niet comateus waren. Over

het algemeen is de groeiremming sterker dan bij normale personen; van 12 patiënten is de gemiddelde groeïndex 69,6%, dus iets lager dan de gemiddelde waarde bij gezonde personen. Voor diagnostische doeleinden is de phytoserologie bij diabetespatiënten zeker niet te gebruiken en evenmin is deze methode bruikbaar voor de prognose.

Tabel no. 22. **Patiënten, lijdende aan diabetes mellitus.**

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Suikergehalte van het bloed, (nuchter) °/₀₀	Opmerkingen	Phytotoxische index %
65	M.	10	9.92	In coma	61.8
66	M.	41	4.52		61.2
67	M.	39	3.78		85.1
68	V.	54	3.60		64.2
69	M.	69	3.34		74.5
70	V.	68	3.22		62.8
71	M.	52	2.88		83.9
72	M.	27	2.48		78.4
73	M.	15	2.03	In coma	62.2
74	V.	65	2.02		61.0
75	M.	71	1.43		76.5
76	V.	59	—		64.0
				Gemiddeld	69.6

Hierna volgt een tabel, no. 23, van patiënten met nieraandoeningen, waarvan de meesten ureumretentie in het bloed vertoonen, alleen no. 15 en 16 hebben geen ureumretentie. In de lijst zijn enkele cardinale symptomen opgenomen, om een indruk te geven van den toestand der patiënten. Er wordt dus niet naar gestreefd volledige ziektegeschiedenissen der patiënten te verschaffen. Het ureumgehalte varieert van even boven de normale waarde van 0,4 gr. °/₀₀, tot 6 gr. °/₀₀. Patiënten no. 77 tot en met 84, die een afdalend gehalte aan ureum in het serum hebben, vertoonen een stijgenden groeïndex, wat zou kunnen wijzen op het verband tusschen den graad der ureumretentie en den invloed op de groeiremming. Dit zou een waarschijnlijke verklaring zijn. Echter, patiënten no. 85, 86 en 87, die slechts een zeer geringe ureumretentie hebben, vertoonen sterk uitgesproken groeiremmingen. Patiënt no. 11, die een ureumretentie heeft van 0,540 gr. °/₀₀, vertoont een

phytotoxischen index van 32,5%, dus nog lager dan van patiënt no. 77, die een retentie heeft van 6 gr. $^0/_{00}$.

Men zou ook de sterke groeiremming met den algemeenen toestand van den patiënt in verband kunnen brengen inplaats van uitsluitend met den graad der ureumretentie. De algemeene toestand van patiënte no. 77 was inderdaad veel slechter dan die van no. 87. Zij was de laatste dagen soporeus en braakte; 6 dagen na het onderzoek is ze gesuccombeerd, terwijl patiënte no. 87 poliklinisch werd behandeld en haar dagelijkschen arbeid verrichtte. Ook patiënt no. 79 verkeerde op den dag van onderzoek in coma. Dus noch de graad van de ureumretentie, noch de algemeene toestand schijnt een maatstaf voor den remmenden invloed van het serum op den groei van wortels te zijn, althans bij de door ons onderzochte patiënten. Mogelijk, dat de methode niet gevoelig genoeg is; maar het is ook mogelijk, dat het aan andere, voor ons nog onbekende, factoren is toe te schrijven.

De 14 patiënten, n.l. no. 77 tot en met 90, die een ureumretentie vertoonen, hebben een gemiddelden groeïndex van 61,1%. De twee patiënten, n.l. no. 91 en 92, die zonder ureumretentie zijn, hebben een normalen groeïndex.

In de volgende tabel, no. 24, zijn patiënten met bilirubinaemie opgenomen. Ook in tabel no. 30, waar patiënten met carcinoomgezwellen zijn verwerkt, vindt men patiënten met sterk verhoogd bilirubinegehalte van het serum. No. 94 en 95 hebben zeer hooge bilirubinewaarden, de indices zijn aan den lagen kant. Of deze weinig verlaagde groeïndices direct het gevolg zijn van de hoeveelheid bilirubine, kan ik niet aannemen, want patiënt no. 93, die slechts een bilirubinaemie heeft van 3 E., heeft ook een lagen groeïndex, terwijl patiënt no. 96 een normalen groeïndex heeft. Bovendien hebben carcinoompatiënten, die eveneens een flinke bilirubinaemie vertoonen (zie no. 156, 160 en 164), normale groeïndices. De wisselende groeïndex bij bilirubinaemie is bijkbaar niet gebonden aan het bilirubingehalte, maar aan andere, nog onbekende, factoren!

De groeïndex bij menstrueerenden *) werd in de door mij onder-

*) Zie tabel no. 25.

Tabel no. 23.

Patiënten met nieraandoeningen.

Doorloopend No.	Geslacht.	Ouderdom.	Ureumgehalte v/h serum.	Bloeddruk. (Riva-Rocci)	Gevonden afwijkingen in de urine.	Opmerkingen.	Diagnose.	Phytotoxische index %.
77	V	36	6.— Gr. °/₀₀	S 110 / D 60	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 1°/₀₀	Coma uraemicum, Fundus oculi normaal. Geen oedemen, Exitus: 4-III '31. Obductie: abscessen in linker nier	Chronische nephritis uraemie.	39.3
78	M	73	3.24 „ „	S 185 / D 120	Albumen, Leucocyten, Epitheel cellen	Fundus oculi normaal. Prostaat vergroot. Kan moeilijk urineeren.	Prostaat hypertrophie.	57.2
79	M	69	2.50 „ „	S 135 / D 60	Hyaline cylinders, Erythrocyten, Esbach: 7½°/₀₀	Retinitis albuminurica, coma uraemicum, Exitus: 16-V-'31. Obductie: schrompelnieren.	Chronische glomerulinephritis, pleuritis humida.	63.9
80	M	49	1.50 „ „	S 185 / D 95	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 1°/₀₀	Fundus oculi normaal.	Chronische nephritis	65 —
81	V	47	1.440 „ „	S 230 / D 150	Enkele leucocyten, Esbach: 8°/₀₀	Basaal metabolisme + 48%, pols 104, Exophthalmus, tremoren. 18 dagen later:	Secundaire schrompelnier Hyperthyreoidie.	52.5
82	V	47	2.— „ „	S 165 / D 120	Zeer veel korrel cylinders en erythrocyten, Esbach: 7°/₀₀	Exitus: 1-V-'31. Obductie: secundaire schrompelnieren, gedilateerd hart.	Idem	65.7
83	M	13	1.35 „ „	S 150 / D 80	Erythrocyten, Leucocyten, Eiwit: spoor	Fundus oculi normaal. Cor vergroot.	Nephritis	96.—
84	M	60	1.20 „ „	S 190 / D 90	Geen afwijkingen	Fundus oculi normaal. Prostaat vergroot. Kan moeilijk urineeren.	Prostaat hypertrophie	75.3
85	M	59	0.97 „ „	S 185 / D 120	Leucocyten, Erythrocyten, Hyaline cylinders, Esbach: 1°/₀₀	Fundus oculi normaal.	Acute nephritis	57.2
86	M	17	0.54 „ „	S 135 / D 70	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 1°/₀₀	Fundus oculi normaal.	Acute nephritis	40.6
87	V	42	0.54 „ „	S 185 / D 105	Leucocyten, Albumen	Fundus oculi normaal. Geen menses.	Chronische nephritis	32.5
88	M	80	0.432 „ „	S 204 / D 90	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 5°/₀₀	Fundus oculi normaal. Exitus 22-IX-'31.	Arterio sclerosis renis, totaal hartblok, hypertensie	58.6
89	M	51	0.612 „ „	S 225 / D 125	Albumen, zwakke reductie (glucose),	Fundus oculi normaal.	Chronische nephritis	77.5
90	M	39	0.435 „ „	S 230 / D 150	Esbach: ½°/₀₀	Fundus oculi: Retinitis albuminurica.	Chronische nephritis	77.2
91	M	12	0.320 „ „	S 100 / D 80	Veel erythrocyten, veel leucocyten, veel korrelcylinders en leucocyten cylinders, Esbach: 1°/₀₀	Patiënt kwam in coma en met krampen over het geheele lichaam binnen. Fundus oculi normaal.	Combinatie van acute glomerulonephritis en tubaire nephropatie	70.1
92	M	70	0 380 „ „	S 180 / D 105	Esbach: ½°/₀₀	Retinitis albuminurica.	Chronische nephritis	77.2

Tabel no. 23.

Patiënten met nieraandoeningen.

Doorloopend No.	Geslacht.	Ouderdom.	Ureumgehalte v/h serum.	Bloeddruk. (Riva-Rocci)	Gevonden afwijkingen in de urine.	Opmerkingen.	Diagnose.	Phytotoxische index %.
77	V	36	6.— Gr. °/oo	S 110 / D 60	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 1°/oo	Coma uraemicum, Fundus oculi normaal. Geen oedemen, Exitus: 4-III '31. Obductie: abscessen in linker nier	Chronische nephritis uraemie.	39.3
78	M	73	3.24 „ „	S 185 / D 120	Albumen, Leucocyten, Epitheel cellen	Fundus oculi normaal. Prostaat vergroot. Kan moeilijk urineeren.	Prostaat hypertrophie.	57.2
79	M	69	2.50 „ „	S 135 / D 60	Hyaline cylinders, Erythrocyten, Esbach: 7½°/oo	Retinitis albuminurica, coma uraemicum, Exitus: 16-V-'31. Obductie: schrompelnieren.	Chronische glomerulinephritis, pleuritis humida.	63.9
80	M	49	1.50 „ „	S 185 / D 95	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 1°/oo	Fundus oculi normaal.	Chronische nephritis	65 —
81	V	47	1.440 „ „	S 230 / D 150	Enkele leucocyten, Esbach: 8°/oo	Basaal metabolisme + 48%, pols 104, Exophthalmus, tremoren. 18 dagen later:	Secundaire schrompelnier Hyperthyreoidie.	52.5
82	V	47	2.— „ „	S 165 / D 120	Zeer veel korrel cylinders en erythrocyten, Esbach: 7°/oo	Exitus: 1-V-'31. Obductie: secundaire schrompelnieren, gedilateerd hart.	Idem	65.7
83	M	13	1.35 „ „	S 150 / D 80	Erythrocyten, Leucocyten, Eiwit: spoor	Fundus oculi normaal. Cor vergroot.	Nephritis	96.—

84	M	60	1.20 „ „	S 190 / D 90	Geen afwijkingen	Fundus oculi normaal. Prostaat vergroot. Kan moeilijk urineeren.	Prostaat hypertrophie	75.3
85	M	59	0.97 „ „	S 185 / D 120	Leucocyten, Erythrocyten, Hyaline cylinders, Esbach: 1°/oo	Fundus oculi normaal.	Acute nephritis	57.2
86	M	17	0.54 „ „	S 135 / D 70	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 1°/oo	Fundus oculi normaal.	Acute nephritis	40.6
87	V	42	0.54 „ „	S 185 / D 105	Leucocyten, Albumen	Fundus oculi normaal. Geen menses.	Chronische nephritis	32.5
88	M	80	0.432 „ „	S 204 / D 90	Leucocyten, Erythrocyten, Esbach: 5°/oo	Fundus oculi normaal. Exitus 22-IX-'31.	Arterio sclerosis renis, totaal hartblok, hypertensie	58.6
89	M	51	0.612 „ „	S 225 / D 125	Albumen, zwakke reductie (glucose),	Fundus oculi normaal.	Chronische nephritis	77.5
90	M	39	0.435 „ „	S 230 / D 150	Esbach: ½°/oo	Fundus oculi: Retinitis albuminurica.	Chronische nephritis	77.2
91	M	12	0.320 „ „	S 100 / D 80	Veel erythrocyten, veel leucocyten, veel korrelcylinders en leucocyten cylinders, Esbach: 1°/oo	Patiënt kwam in coma en met krampen over het geheele lichaam binnen. Fundus oculi normaal.	Combinatie van acute glomerulonephritis en tubaire nephropatie	70.1
92	M	70	0 380 „ „	S 180 / D 105	Esbach: ½°/oo	Retinitis albuminurica.	Chronische nephritis	77.2

Tabel no. 24. **Patiënten met bilirubinaemie.**

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Bilirubine-eenheden in het serum	Directe reactie Hijmans v. d. Bergh	Diagnose	Groei-index %
93	M.	62	3.0	positief	Cirrhosis hepatis, type Laënnec, in coma.	59.5
94	M.	64	51.0	positief	Cholelithiasis met biliaire levercirrhose en ascites.	68.5
95	V.	53	36.0	positief	Cholelithiasis (steen in den ductus choledochus).	56.6
96	M.	49	3.87	positief	Hepatitis luetica? Tabes dorsalis.	85.5
97	V.	60	2.60	positief	Cholelithiasis.	73.6

zochte gevallen niet gelijk gevonden. No. 103 heeft een zeer lagen index. Van haar hebben we het ureumgehalte van het serum bepaald; dit bleek niet verhoogd te zijn. Anamnestisch en klinisch had de patiënte geen verschijnselen van een aandoening der nieren. Het serum was volkomen helder en vertoonde geen abnormale kleur. Een tweede proef van hetzelfde serum gaf een groeïindex van 36,5%. De sterk remmende invloed van dit serum op den groei van wortels was door de tweede proef bevestigd. Verhitting van het serum bij 60° C. gedurende één uur doet de giftigheid niet veranderen, de index was 31,8%. Het verschil ligt binnen de proeffout. No. 1 heeft een index van 52,6%, dus een betrekkelijk lagen index. De gemiddelde index

Tabel no. 25. **Vrouwen ten tijde der menstruatie.**

Doorloopend no.	Ouderdom	Opmerkingen	Phytotoxische index %
98	17	Menstruatie.	52.6
99	26	Menstruatie.	74.6
100	29	Pijnen bij menses.	67.4
101	24	Menstruatie.	80.6
102	44	Heftige, pijnlijke menses.	83.8
103	20	Pijnlijke, langdurige menses.	35.6
104	25	Pijnen bij menstruatie.	52.8
		Gemiddelde groeïindex:	63.9

van de zeven patiënten bedraagt 63,9%, een waarde, lager dan de gemiddelde bij normale individuën. Deze cijfers bevestigen de bevindingen van Shick (126) en van Macht (83), dat sommige vrouwen gedurende de menstruatie voor planten giftige stoffen afscheiden.

In de volgende tabel, no. 26, zijn drie gevallen van tuberculose

Tabel no. 26. **Patiënten met tuberculose.**

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Diagnose	Groeiindex %
105	M.	59	Oud tuberculeus proces in de rechter long met partieele pneumothorax, gesloten tbc., afebriel.	100
106	V.	54	Tuberculosis pulmonum, Turban I, gesloten, subfebriel, proliferatief.	65.9
107	M.	19	Tuberculeuse lymphomen.	82.3

Tabel no. 27. **Patiënten met hooge koortsen.**

Doorloopend No.	Geslacht	Ouderdom	Lichaamstemp. (rectaal)	Opmerkingen	Diagnose	Phytotoxische index %
108	V.	46	39.6	Leucocytenaantal 11000, veel toxische korrels en Döhle-lichaampjes in het gekleurd bloedpraeparaat, verschuiving naar rechts.	Bronchopneumonie.	83.8
109	M.	26	39.2	Leucocytenaantal 18000, veel toxische korrels en Döhle-lichaampjes in het gekleurd bloedpraeparaat, verschuiving naar rechts volgens Arneth. Nierprikkeling.	Croupeuse pneumonie.	90.2
110	M.	37	39.7	Leucocytenaantal 27100, veel toxische korrels en Döhle-lichaampjes in het gekleurd bloedpraeparaat, verschuiving naar rechts volgens Arneth. Nierprikkeling, zwaar ziek.	Bronchopneumonie en pleuritis sicca.	68.7
111	M.	39	39	Zwaar ziek.	Typhus abdominalis.	86.2

vermeld, die, wat den aard hunner ziekteprocessen betreft, gunstig te noemen zijn. Bij hen hebben de groeiïndices normale waarden. In tabel no. 39 zijn meerdere tuberculeuse patiënten opgenomen en met processen van veel ernstiger aard.

In tabel no. 27 zijn patiënten met temperatuursverhooging opgenomen; allen zijn op den dag van onderzoek zwaar ziek. De eerste drie gevallen betreffen pneumoniepatiënten, bij wie meer dan één longkwab pneumonisch is aangedaan. Er is geen sterke remmende of versnellende invloed op den groei van wortels te bespeuren. Ook

Tabel no. 28.

Patiënten met allerlei diagnoses.

Doorloopend No.	Geslacht	Ouderdom	Diagnose	Groeiïndex %
112	M.	29	Mitraal insufficiëntie.	80.5
113	M.	35	Endocarditis, myocarditis (gecompenseerd vitium cordis).	85.9
114	V.	60	Myodegeneratio cordis.	70.0
115	M.	78	Mitraal insufficiëntie, anaemie.	54.6
116	V.	58	Tabes dorsalis luetica.	83.4
117	M.	49	Tabes dorsalis luetica.	85.8
118	M.	45	Lues, neuritis.	74.4
119	M.	49	Chronisch rheuma.	67.7
120	M.	35	Chronisch rheuma.	62.9
121	M.	45	Chronisch rheuma.	75.1
122	V.	56	Chronisch rheuma.	60.8
123	V.	34	Acuut rheuma, pleuritis exsudativa.	102.1
124	V.	41	Acuut rheuma, endocarditis, anaemie.	95.7
125	V.	58	Asthma bronchiale.	85.8
126	M.	57	Emphysema pulmonum, bronchitis.	72.5
127	M.	62	Emphysema pulmonum, degeneratio cordis.	88.2
128	V.	21	Bronchitis sicca.	80.7
129	V.	24	Bronchitis.	72.6
130	V.	39	Ischias.	93.1
131	M.	52	Ischias.	58.8
132	M.	40	Ischias.	73.7
133	M.	25	Ulcus ventriculi, geen anaemie.	66.1
134	M.	46	Ulcus ventriculi, geen anaemie.	80.2
135	V.	36	Gastroptosis.	56.7
136	V.	22	Gastroptosis.	91.3
137	V.	29	Nephrose.	68.5
138	V.	49	Chronische nephritis.	71.6
139	V.	61	Chronische nephritis.	78.0
			Gemiddelde groeiïndex:	72.7
			Variatie:	54.6—102.1%

bij de twee andere patiënten is dat niet het geval. Gedurende de hooge koorts worden blijkbaar geen elementen in het bloed afgescheiden, die den wortelgroei merkbaar beïnvloeden.

Op blz. 100 is tabel no. 28, waarin patiënten met allerlei diagnoses zijn verwerkt. Al deze patiënten hebben geen ureumretentie, geen verhooging van het bilirubinegehalte, geen verhooging van het glucosegehalte van het bloed, terwijl de vrouwelijke patiënten niet menstrueerden. No. 120, 136 en 140 hebben betrekkelijk lage, even beneden de laagste normale grens gelegen, indices. Van een duidelijke remming kan men niet spreken. Alle anderen hebben normale groeïindices. De gemiddelde index van deze 28 gevallen is 72,7%, een waarde, die slechts zeer weinig scheelt met den normalen.

In tabel no. 29 zijn patiënten met secundaire anaemie van ver-

Tabel no. 29. **Patiënten met secundaire anaemie.**

Doorloopend No.	Geslacht	Ouderdom	Bloedonderzoek				Diagnose	Phytotoxische index %
			Aantal erythrocyten	Aantal leucocyten	Haemoglobine gehalte %	Kleurindex		
140	M	26	2.051.000	9200	28	0.7	Ulcus ventriculi met secundaire anaemie.	74.2
141	V	52	—	—	69	—	Ulcus ventriculi met secundaire anaemie.	73.3
142	V	40	3.810.000	5600	55	0.7	Mitraalinsufficiëntie, en stenose op den bodem van acuut gewrichtsrheuma, secundaire anaemie.	66.6
143	V	44	4.141.000	3480	53	0.6	Anaemia secundaria.	83.2
144	M	37	2.900.000	7600	40	0.7	Ulcus ventriculi met secundaire anaemie.	85.8
145	V	48	3.670.000	6400	51	0.7	Secundaire anaemie e causa ignota. Achlorhydrie.	77.1
146a	M	36	3.770.000	6000	42	0.56	Secundaire anaemie e causa ignota.	84.9
146b	M	36	3.390.000	—	51	0.76	Idem (1 mnd. later).	79.9
147	V	35	2.860.000	4300	39	0.68	Secundaire anaemie, achloorhydrie.	92.4
148	V	26	4.100.000	9200	55	0.67	Secundaire anaemie, achylia gastrica.	64.2
							Gemiddelde groeïindex:	78.16

schillende aetiologie opgenomen. Van patiënten no. 150, 151, 152 en 153 is de oorzaak der anaemie niet gevonden. Het onderzoek van het bloed laat bij hen geen twijfel over aan het secundaire karakter der anaemie. Deze vorm van anaemie is door verschillende onderzoekers onder verschillende namen beschreven, het eerst door Nolen, W. (102) als Chlorosis chronica tarda cum achylia gastrica, door Kaznelson, P. (44) als Kryptogenetische achylische Chloranämie, door Waugh, Th. R. (145) als Hypochromic anaemia with achlorhydria, door Witts, L. J. (149) Simple achlorhydric anaemia. O. B. Bode (7) heeft over deze vormen van anaemie een overzicht gegeven.

Bij drie patiënten was een bloeding door een maagzweer de oorzaak der anaemie. De phytotoxische index varieert van 64,2% tot 92,4%, een variatie die bij normaal serum wordt gevonden; de gemiddelde groeïndex is 78,16%, dus iets hooger dan den gemiddelden bij normale personen.

In tabel no. 30 zijn tien patiënten met kwaadaardige gevallen van de inwendige organen opgenomen. De hoogste index is 91,2% en de laagste 43,5%, de gemiddelde index der 10 gevallen is 71,2%. De remmende invloed houdt geen verband met den graad der anaemie, noch met den algemeenen toestand van de patiënten. Ook de localisatie en de aard der tumoren is er niet voor aansprakelijk te stellen.

Patiënt no. 157 verkeerde in zeer slechten toestand, was sterk anaemisch, maar heeft niettemin een index van 83,4%. Patiënt no. 152 was eveneens zeer anaemisch en zeer vermagerd; de groeïndex is wel laag, maar niet uitgesproken. Alleen patiënt no. 149 heeft een duidelijk lagen groeïndex.

De patiënten no. 155, 159 en 163 hebben tengevolge van de galwegen, zeer hooge waarden van het bilirubine in het bloed. De groeïndices bij no. 155 en 163 zijn normaal, terwijl no. 159 den betrekkelijk lagen index heeft van 56,5%. Uitgesproken galstuwingen, waarbij het bilirubinegehalte van het serum tot 30 en 36,5 eenheden is gestegen, hebben geen invloed op de remmende werking van het serum op den groei der wortels. Het serum van patiënt no. 159, dat 61 eenheden bilirubine bevat, heeft een licht remmenden invloed. Het is niet uit te maken of deze het gevolg is

van de hyperbilirubinaemie dan wel van één of meer andere factoren. Hetzelfde serum heeft bij herhaling van de proef in Shive's oplossing een index van 67,7%.

Uit het bovenstaande blijkt, dat zoowel voor diagnose als prognose de phyto-serologie bij carcinoom van weinig beteekenis is.

Tabel no. 30. **Patiënten met carcinoomgezwellen.**

Doorloopend No.	Geslacht	Ouderdom	Aantal erythrocyten	Haemoglobinegehalte %	Kleurindex	Aantal leucocyten	Bilirubinegehalte in het serum	Directe diazoreactie	Phytotoxische index %
149	M	45	2.510.000	37	0.74	9200	0.8	negatief	43.5
150	M	78	—	—	—	—	30.—	positief	87.4 ; 67.2
151	M	64	3.400.000	50	0.73	6900	0.9	negatief	91.2 ; 99.2
152	M	68	1.500.000	19	0.63	12000	1.8	positief	62.7
153	M	65	4.110.000	85	1.03	7100	0.6	negatief	78.4
154	M	69	6.070.000	90	0.75	6850	61.—	positief	56.5 ; 67.7
155	M	54	5.180 000	55	0.53	4250	0.7	negatief	60.5 ; 75.9
156	M	52	4.370.000	89	1.02	8000	0.7	negatief	63.5
157	M	67	1.670.000	35	1.05	5200	0.3	negatief	83.4
158	V	53	3.530.000	80	1 14	18000	36.5	positief	85.8
								Gemiddelde index:	71.2

Ik heb het serum van twee patiënten met Xanthoma tuberosum kunnen onderzoeken. Bij deze ziekte komt een sterk verhoogd cholesterinegehalte van het bloedserum voor. Deze patiënten zijn elders door Jordans en van der Horst (43) breedvoerig beschreven. In verband met de nog duistere beteekenis van de stofwisseling der lipoïden in het menschelijk organisme, is die publicatie door Prof. Dr. Hijmans van den Bergh ingeleid met een algemeen overzicht.

De beide patiënten, met een Cholesterinegehalte van 6200 mgr. en 7600 mgr. per liter, hebben een groeiïndex van 87,—% en 84,3%. Het cholesterinegehalte van het serum blijkt hier ten duidelijkste geen invloed te hebben op den groei der wortels.

In de volgende tabel, no. 31, zijn drie patiënten met Morbus Basedowi en patiënten met weinig voorkomende ziekten opgenomen. Alleen patiënt no. 163 vertoont een betrekkelijk lagen index.

Tabel no. 31.

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Diagnose en opmerkingen.	Groeïindex %
161	V.	31	Morbus Basedowi. Grondstofwisseling: + 21 %.	86.6
162	V.	44	Morbus Basedowi. Grondstofwisseling: + 38 %.	75.3
163	M.	22	Morbus Basedowi. Grondstofwisseling: + 56 %.	58.3
164	M.	14	Haemophilie.	78.5; 86.7
165	M.	22	Koolmonoxydevergiftiging.	71.6
166	V.	39	Sulfhaemoglobinaemie.	95.3
167	M.	20	Hypophysaire vetzucht.	74.8; 74.4
168	V.	40	Eclampsisme, 2 dg. voor de exitus letalis.	70.8; 82.8

3. Proeven in de oplossing van Shive met wortels van 20—40 m.M. lengte.

a. Gezonden.

In het vorige hoofdstuk heb ik 168 sera onderzocht met de gewijzigde methode. Hier laat ik een andere reeks sera volgen, afkomstig van patiënten met verschillende ziekten, welke ziekten ik gelijk aan de vorige indeeling groepeer; de methode van werken is echter nauwkeurig zooals M a c h t gedacht heeft, dat ze gedaan moet worden (zie hoofdstuk III). In plaats van aqua monodestillata wordt hier de oplossing van Shive gebruikt, terwijl de wortellengte 20—40 m.M. bedraagt. Wanneer dubbelproeven worden gedaan in aq. dest., dan worden eveneens wortels van 20—40 m.M. lengte gebruikt.

Hetgeen over de wijze van het verkrijgen der normale sera in het vorige hoofdstuk is gezegd, geldt evenzeer voor deze sera. Van 60 gezonde personen bedraagt de groeïindex gemiddeld 82,3%, met een schommeling van 68,8% en 116% (zie tabel no. 32). Zoowel de gemiddelde index als de schommeling zijn hier een weinig hooger dan de waarden, met de gewijzigde methode verkregen. Groeïindices boven de 100% komen met de oorspronkelijke methode van M a c h t eerder voor den dag. Bij de proeven blijkt, zooals reeds in de inleidende proeven is gezegd, dat de lengtegroei in Shive's solutie over het algemeen beter is dan in aqua destillata, al is dat

verschil gering. Voor het serum is de aanwezigheid van de voedingszouten blijkbaar van eenigen invloed: de wortels groeien beter, vandaar de over het algemeen hoogere index. Het verschil is echter te gering om hieraan veel waarde te hechten.

Tabel no. 32.

Invloed van serum, afkomstig van gezonde menschen op den groei der wortels van Lupinus albus L.

Doorloopend no.	Geslacht	Leeftijd	Groeiïndex %
169	M.	29	74.0
170	M.	50	89.6
171	M.	33	87.9
172	M.	31	81.0
173	M.	48	116.0
174	M.	56	81.3
175	M.	29	83.0
176	Vr.	18	82.2
177	Vr.	58	81.1
178	Vr.	61	90.5
179	Vr.	52	73.0
180	Vr.	26	69.1
181	Vr.	26	73.7
182	M.	45	75.6
183	M.	23	85.5
184	M.	55	87.4
185	M.	26	70.7
186	Vr.	41	79.2
187	Vr.	39	77.6
188	Vr.	18	84.2
189	M.	31	86.0
190	M.	25	73.1
191	M.	49	75.1
192	M.	47	76.8
193	M.	18	88.7
194	M.	25	90.2
195	M.	35	81.5
196	M.	27	75.4
197	M.	29	91.5
198	M.	61	87.1
199	M.	25	90.4
200	M.	38	75.7
201	M.	25	72.9
202	Vr.	46	87.7
203	Vr.	48	89.4
204	Vr.	63	74.6
205	M.	47	89.7
206	Vr.	28	91.2
207	M.	32	99.0
208	M.	56	79.5
209	M.	41	78.4
210	M.	38	70.2

Vervolg tabel no. 32.

Doorloopend no.	Geslacht	Leeftijd	Groeiïndex %
211	M.	41	82.0
212	M.	36	83.6
213	M.	42	86.1
214	Vr.	41	88.4
215	M.	37	82.5
216	M.	35	72.2
217	M.	35	68.8
218	M.	32	74.6
219	M.	50	78.3
220	M.	41	82.4
221	M.	33	90.5
222	M.	44	103.3
223	M.	19	84.6
224	M.	25	82.2
225	M.	47	84.9
226	M.	30	69.2
227	Vr.	34	75.6
228	Vr.	53	83.0
		Gemiddeld:	82.3

b. Zieken.

In tabel no. 33 zijn 17 personen, bij wie als afwijking een hooge bloeddruk wordt gevonden, al of niet gevolgd door een harthypertrophie, opgenomen. In het serum is het ureum- en bilirubinegehalte niet verhoogd. Het glucosegehalte is niet bepaald, omdat daarvoor klinisch geen redenen hebben bestaan. De gemiddelde index bedraagt 82,1%, met een schommeling tusschen 54,2—101%. De gemiddelde index is even hoog als bij gezonde individuën, maar de spreiding is grooter; hier kan dezelfde opmerking worden gemaakt, n.l. dat het serum van individuën met verhoogden bloeddruk niet gelijk te stellen is met serum van gezonde menschen ten opzichte van den groei van wortels.

In de volgende tabel, no. 34, zijn 13 patiënten met diabetes mellitus opgenomen. Een korte beschrijving der patiënten laat ik na de tabel volgen, om een algemeenen indruk van den toestand der zieken te geven. Op de tabel zijn de patiënten naar den graad van de glycaemie gerangschikt. De laagste index bedraagt 63,1%, een nog binnen de normale grens liggenden index; de hoogste index is 93%. De waarde der indices blijkt niet in verband te staan met den graad der glycaemie. Patiënt no. 246 heeft, behalve diabetes, ook nog een galsteenaanval gehad, die een sterke bilirubinaemie met

Tabel no. 33.

Patiënten met hypertensie (geen ureumretentie).

Doorloopend no.	Geslacht	Leeftijd	Bloeddruk	Opmerkingen.	Groeiïndex %
229	M.	63	S 190 D 90	Prostaat hypertrophie.	88.4
230	V.	54	S 240 D 110	Hypertensie. Nervositas.	84.9
231	M.	41	S 220 D 110	Hypertensie.	101.0
232	M.	56	S 155 D 80	Hypertensie.	81.3
233	V.	64	S 190 D 110	Hypertensie. Hypertrophia cordis.	90.8; 85.0
234	V.	44	S 190 D 125	Hypertensie.	84.0
235	V.	56	S 250 D 140	Hypertensie. Hypertrophia cordis.	73.5
236	V.	54	S 220 D 100	Hypertensie. Hypertrophia cordis.	87.4
237	M.	45	S 150 D 100	Hypertensie.	96.4
238	M.	60	S 160 D 80	Hypertensie.	67.9
239	M.	52	S 245 D 155	Hypertensie. Extra-systolie.	83.3
240	M.	63	S 180 D 90	Hypertensie.	72.0
241	V.	63	S 185 D 100	Hypertensie. Extra-systolie.	54.2
242	V.	56	S 250 D 140	Hypertensie. Hypertrophia cordis.	73.5
243	M.	49	S 180 D 95	Hypertensie.	83.5
244	M.	61	S 155 D 75	Hypertensie. Prostaathypertrophie.	88.8
245	M.	53	S 155 D 80	Hypertensie. Hypertrophia cordis.	85.9
				Gemiddeld:	82.1

zich bracht; het was dus mogelijk, dat de aan den lagen kant lig-

gende index daarmede in verband staat. Het kan echter ook aan het toeval liggen, want bij patiënt no. 253, bij wien de index ook laag was, heb ik de proef herhaald en was de index 88%, terwijl ze bij de eerste proef 68,5% was. Bij patiënt no. 246 heb ik de proef niet herhaald. Patiënt no. 249 heeft eveneens een verhoogd bilirubinegehalte van het serum en de groeiïndex van zijn serum is normaal.

De gemiddelde index van de 13 patiënten met diabetes mellitus is 77,6%, een index, even beneden het gemiddelde bij gezonde personen. In het serum van diabetespatiënten zijn dus geen voor den wortelgroei schadelijke „stoffen".

Tabel no. 34.

Patiënten met diabetes mellitus.

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Glucosegehalte van het bloed (nuchter) Gr. ‰	Complicaties	Groeiïndex %
246	V.	39	3.78	Bilirubinaemie tengevolge van cholelithiasis.	63.1
247	V.	70	3.68	Hypertensie.	68.5
248	V.	66	3.53	—	83.0
249	M.	76	3.34	Bilirubinaemie. Maligne tumor met levermetastasen?	75.9
250	V.	38	2.96	Febris 38.6°.	74.6
251	V.	59	2.74	Nephritis en hypertensie.	78.1
252a	M.	64	2.68	Mitraal insufficiëntie.	93.0
252b	M.	64	2.68	Een maand later.	72.9; 69.1
253	V.	65	2.46	Carcinoom met levermetastasen. Bilirubinaemie.	68.5; 88.0
254	V.	60	2.40	Hypertensie.	85.3
255	V.	48	2.07	—	72.1
256	V.	76	1.62	—	78.6
257	V.	60	1.93	Hypertensie.	87.0
258	M.	43	1.07	Hypertensie.	80.3
				Gemiddeld:	77.6

In tabel no. 35 zijn patiënten met een nieraandoening en ureumretentie opgenomen. Ik rangschik ze naar den graad van ureumretentie, die gevonden werd. In den breede kan men zeggen, dat de ernst der prognose met de mate der ureumretentie parallel gaat. Bij al deze patiënten is geen duidelijke remming van den groei te be-

speuren; patiënt no. 266a heeft een groeïindex van 60%, een herhaling van de proef bij denzelfden patiënt na drie weken, terwijl de graad van de ureumretentie practisch dezelfde is gebleven, geeft een index van 75,3%. Een verband tusschen de mate van de ureumretentie en het bedrag van den groeïindex is niet te zien. Eén patiënt heeft een zeer hoogen index van 101%. De gemiddelde index van de 25 gevallen van ureumretentie bedraagt 83,1%, een waarde, overeenstemmend met die van gezonde menschen.

Drie nephritispatiënten, die geen ureumretentie vertoonen, n.l. no. 284, 285 en 286, hebben normale groeïindices.

In de volgende tabel, no. 36 zijn patiënten opgenomen met bilirubinaemie, als gevolg van verschillende oorzaken. Bij verhooging van het bilirubinegehalte van het serum tengevolge van galstuwing is het bekend, dat, behalve het galkleurstof-, ook het galzuurgehalte en het cholesterinegehalte van het serum verhoogd zijn. Geen der door mij op den index onderzochte sera vertoont een duidelijke remming; patiënt no. 291 heeft bij de eerste proef een index van 56,5%, maar een herhaling gaf een index van 78,8%. Patiënt no. 287 heeft een bilirubinegehalte van 36,5 E., van eenigen invloed op den groei is echter niets te bespeuren. Behalve het bilirubine en de geretineerde galzuren, heeft ook de vermeerdering van het cholesterinegehalte van het serum geen remmenden invloed op den groei van Lupinus albus wortels.
Patiënten no. 296 en 297 zijn door V e r b e e k (141) in zijn proefschrift over den Diabète Bronzé beschreven.

De gemiddelde groeïindex is 78,1%, dus weinig van dien van normale personen afwijkend.

In de volgende tabel, no. 37, zijn onderzoekingen van het serum van 20 menstrueerende vrouwen opgenomen. Acht van hen zijn als normaal te beschouwen, n.l. no. 300, 301, 308, 309, 310, 314, 317 en 318, terwijl de andere twaalf een of andere ziekte hadden. Het is mij niet mogen gelukken van meer gezonde, menstrueerende vrouwen, serum te krijgen, ofschoon ik me ook met de Gynaecologische kliniek in Utrecht daartoe in verbinding had gesteld. D r. W e s t e r m a n heeft me in één jaar tijds slechts één serummonster kunnen zenden.

Tabel no. 35. Invloed van serum afkomstig van nierlijders, met ureumretentie, op den groei van Lupinus albus wortels.

Doorloopend No.	Geslacht	Ouderdom	Ureumgehalte v/h serum (Broomloog)	Bloeddruk (Riva-Rocci)	Gevonden afwijkingen in de urine	Opmerkingen	Diagnose	Phytotoxische index %
259a	M	72	3.75 Gr. °/oo	S 160 / D 70	Eiwit, indican, veel leucocyten.	Fundus oculi normaal.	Uraemie, prostaat hypertrophie.	67.4
259b	M	72	2.27 „ „	S 155 / D 90	Eiwit, indican, veel leucocyten.	Een maand later.	Uraemie, prostaat hypertrophie.	71.9
260	V	47	2.— „ „	S 230 / D 150	Suiker zwak positief, urobilin, indican. Enkele leucocyten. Esbach: 8°/oo.	Obductie: secundaire schrompelnier.	Secundaire schrompelnier. Hyperthyreoidie.	65.7
261	M	36	1.89 „ „	S 205 / D 130	Leucocyten, hyaline cylinders. Esbach: 2°/oo.	Fundus oculi normaal. Cor vergroot naar links.	Secundaire schrompelnier. Nephritis chronica.	65.1
262	V	11	1.85 „ „	—	Stampvol erythrocyten, leucocyten en cylinders.	Kind na 3 weken overleden.	Acute haemorrhagische nephritis na verkoudheid.	77.7
263	M	63	1.57 „ „	S 140 / D 70	Een spoor eiwit.	Fundus oculi normaal. Retentie in de maag: 300 cc.	Prostaat hypertrophie. Maagstenose (ulcus ventriculi).	71.4
264	V	58	1.35 „ „	S 260 / D 125	Een spoor eiwit.	Fundus oculi: wazige papillen.	Hypertensie. Stuwingspapillen.	76.8
265	V	51	1.26 „ „	S 250 / D 160	Veel erythrocyten en leucocyten, weinig korrelcylinders. Esbach: 2.2°/oo.	Retinitis albuminurica, 2 maanden na opname overleden. Bij obductie: klinische diagnose bevestigd, daarbij: thrombi in de arteria lienalis.	Secundaire schrompelnier.	62.8
266a	M	60	1.02 „ „	S 190 / D 190	Geen afwijkingen.	Verlaagd concentratievermogen der nieren (Straussproef).	Prostaat hypertrophie.	60,—
266b	M	60	0.98 „ „	S 190 / D 190	Geen afwijkingen.	3 weken na 1e proef.	Prostaat hypertrophie.	75.3
267	*M*	*49*	*1.04 „ „*	*S 180 / D 100*	*Een spoor eiwit.*	*Fundus oculi normaal. Slecht concentratievermogen der nieren. (Straussproef).*	*Chronische nephritis. Arthritis deformans.*	*88.5*
268	M	59	1.— „ „	S 125 / D 80	Een spoor eiwit, veel leucocyten en bacteriën.	Fundus oculi normaal.	Prostaat hypertrophie. Arthritis deformans (wervels).	67.—
269	M	66	0.97 „ „	S 185 / D 100	Leucocyten in sediment, geen eiwit.	Fundus oculi normaal.	Prostaat hypertrophie met nierfunctie afwijkingen.	90.7
270	M	45	0.85 „ „	S 135 / D 98	Korrelcylinders, erythrocyten en leucocyten in sediment. Esbach: 5°/oo.	Fundus oculi normaal.		70.9
271	V	64	0.831 „ „	—	—	—	Aorta insufficiëntie en stenose.	88.7
272	V	38	0.81 „ „	S 260 / D 150	Eiwit. In sediment veel leucocyten, erythroc- en epitheelcellen.	Fundus oculi: beide papillen weinig scherp, wazig.	Chronische nephritis. Hypertensie.	66.5
273	M	39	0.76 „ „	S 220 / D 140	Veel erythrocyten en leucocyten in sediment. Esbach: 2°/oo.	Fundus oculi: beide oogen veel witte vlekken en geslingerde vaten.	Chronische nephritis. Hypertensie, cor vergroot.	63.2
274	M	56	0.70 „ „	S 170 / D 115	Geen afwijkingen.	Fundus oculi normaal.	Hypertensie, cor vergroot naar links.	98.8
275	M	68	0.70 „ „	S 130 / D 70	Geen afwijkingen.	——	Prostaat hypertrophie. Phymosis.	77.4
276	V	61	0.65 „ „	S 210 / D 90	Geen afwijkingen.	——	Hypertensie, cor vergroot naar links.	84.7
277	M	30	0.65 „ „	S 145 / D 80	In sediment geen leucocyten, weinig erythrocyten. Esbach: ¼°/oo.	Fundus oculi normaal.	Nephritis. Bronchitis.	80.—
278	M	67	0.65 „ „	S 165 / D 125	In sediment: hyaline en korrelcylinders. Eiwit, urobilin.	Fundus oculi niet onderzocht. Prostaat licht vergroot.	Cor bovinum. Nephritis. Hydrothorax.	101.—
279 280	V	71	0.60 „ „	S 200 / D 100	Sediment enkele korrelcylinders en erythrocyten, veel leucocyten. Eiwit zwak positief.	Fundus oculi normaal.	Hypertensie. Arterio sclerose.	84.5

Tabel no. 35. Invloed van serum afkomstig van nierlijders, met ureumretentie, op den groei van Lupinus albus wortels.

Doorloopend No.	Geslacht	Ouderdom	Ureumgehalte v/h serum (Broomloog)	Bloeddruk (Riva-Rocci)	Gevonden afwijkingen in de urine	Opmerkingen	Diagnose	Phytotoxische index %
259a	M	72	3.75 Gr. °/oo	S 160 / D 70	Eiwit, indican, veel leucocyten.	Fundus oculi normaal.	Uraemie, prostaat hypertrophie.	67.4
259b	M	72	2.27 „ „	S 155 / D 90	Eiwit, indican, veel leucocyten.	Een maand later.	Uraemie, prostaat hypertrophie.	71.9
260	V	47	2.— „ „	S 230 / D 150	Suiker zwak positief, urobilin, indican. Enkele leucocyten. Esbach: 8°/oo.	Obductie: secundaire schrompelnier.	Secundaire schrompelnier. Hyperthyreoidie.	65.7
261	M	36	1.89 „ „	S 205 / D 130	Leucocyten, hyaline cylinders. Esbach: 2°/oo.	Fundus oculi normaal. Cor vergroot naar links.	Secundaire schrompelnier. Nephritis chronica.	65.1
262	V	11	1.85 „ „	—	Stampvol erythrocyten, leucocyten en cylinders.	Kind na 3 weken overleden.	Acute haemorrhagische nephritis na verkoudheid.	77.7
263	M	63	1.57 „ „	S 140 / D 70	Een spoor eiwit.	Fundus oculi normaal. Retentie in de maag: 300 cc.	Prostaat hypertrophie. Maagstenose (ulcus ventriculi).	71.4
264	V	58	1.35 „ „	S 260 / D 125	Een spoor eiwit.	Fundus oculi: wazige papillen.	Hypertensie. Stuwingspapillen.	76.8
265	V	51	1.26 „ „	S 250 / D 160	Veel erythrocyten en leucocyten, weinig korrelcylinders. Esbach: 2.2°/oo.	Retinitis albuminurica, 2 maanden na opname overleden. Bij obductie: klinische diagnose bevestigd, daarbij: thrombi in de arteria lienalis.	Secundaire schrompelnier.	62.8
266a	M	60	1.02 „ „	S 190 / D 190	Geen afwijkingen.	Verlaagd concentratievermogen der nieren (Strauss-proef).	Prostaat hypertrophie.	60,—
266b	M	60	0.98 „ „	S 190 / D 190	Geen afwijkingen.	3 weken na 1e proef.	Prostaat hypertrophie.	75.3
267	*M*	*49*	*1.04 „ „*	*S 180 / D 100*	*Een spoor eiwit.*	*Fundus oculi normaal. Slecht concentratievermogen der nieren. (Strauss-proef).*	*Chronische nephritis. Arthritis deformans.*	*88.5*
268	M	59	1.— „ „	S 125 / D 80	Een spoor eiwit, veel leucocyten en bacteriën.	Fundus oculi normaal.	Prostaat hypertrophie. Arthritis deformans (wervels).	67.—
269	M	66	0.97 „ „	S 185 / D 100	Leucocyten in sediment, geen eiwit.	Fundus oculi normaal.	Prostaat hypertrophie met nierfunctie afwijkingen.	90.7
270	M	45	0.85 „ „	S 135 / D 98	Korrelcylinders, erythrocyten en leucocyten in sediment. Esbach: 5°/oo.	Fundus oculi normaal.		70.9
271	V	64	0.831 „ „	—	—	—	Aorta insufficiëntie en stenose.	88.7
272	V	38	0.81 „ „	S 260 / D 150	Eiwit. In sediment veel leucocyten, erythroc- en epitheelcellen.	Fundus oculi: beide papillen weinig scherp, wazig.	Chronische nephritis. Hypertensie.	66.5
273	M	39	0.76 „ „	S 220 / D 140	Veel erythrocyten en leucocyten in sediment. Esbach: 2°/oo.	Fundus oculi: beide oogen veel witte vlekken en geslingerde vaten.	Chronische nephritis. Hypertensie, cor vergroot.	63.2
274	M	56	0.70 „ „	S 170 / D 115	Geen afwijkingen.	Fundus oculi normaal.	Hypertensie, cor vergroot naar links.	98.8
275	M	68	0.70 „ „	S 130 / D 70	Geen afwijkingen.	——	Prostaat hypertrophie. Phymosis.	77.4
276	V	61	0.65 „ „	S 210 / D 90	Geen afwijkingen.	——	Hypertensie, cor vergroot naar links.	84.7
277	M	30	0.65 „ „	S 145 / D 80	In sediment geen leucocyten, weinig erythrocyten. Esbach: ¼°/oo.	Fundus oculi normaal.	Nephritis. Bronchitis.	80.—
278	M	67	0.65 „ „	S 165 / D 125	In sediment: hyaline en korrelcylinders. Eiwit, urobilin.	Fundus oculi niet onderzocht. Prostaat licht vergroot.	Cor bovinum. Nephritis. Hydrothorax.	101.—
279 280	V	71	0.60 „ „	S 200 / D 100	Sediment enkele korrelcylinders en erythrocyten, veel leucocyten. Eiwit zwak positief.	Fundus oculi normaal.	Hypertensie. Arterio sclerose.	84.5

Vervolg tabel no. 35.

Doorloopend No.	Geslacht	Ouderdom	Ureumgehalte v/h serum (Broomloog)	Bloeddruk (Riva-Rocci)	Gevonden afwijkingen in de urine	Opmerkingen	Diagnose	Phytotoxische index %
281	V	67	0.58 Gr. °/₀₀	S 227 / D 115	Eiwit. Sediment weinig erythrocyten en leucocyten.	Fundus oculi: nauwe vaten.	Secundaire schrompelnier.	82.7
282	M	60	0.54 „ „	S 210 / D 140	Sediment erythrocyten en leucocyten. Esbach: 1°/₀₀.	Visus goed.	Hypertensie. Dilatatio cordis.	91.5
283	M	47	0.54 „ „	S 185 / D 120	In sediment veel hyaline- en korrelcylinders. Veel erythrocyten en leucocyten. Esbach: 10°/₀₀.	Fundus oculi: rechter oog kleine bloedinkjes.	Nephritis chronica parenchymatosa luetica.	62.7
284	V	54	Normaal	S 145 / D 85	Sediment veel leucocyten en epitheelcellen, geen erythrocyten. Esbach: ½°/₀₀.	Fundus oculi normaal.	Chronische nephritis	92.2
285	V	37	„	S 135 / D 85	Eiwit sterk positief, sediment zeer veel erythrocyten, leucocyten, geen cylinders.	Fundus oculi normaal.	Nephritis.	70.5
286	V	20	„	S 130 / D 60	Sediment veel erythrocyten, leucocyten en korrelcylinders.	Fundus oculi normaal.	Nephritis.	79.5

Tabel no. 36.

Patiënten met bilirubinaemie.

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Bilirubine in het serum. Normaal 0.3-0.5 eenh.	Directe reactie Hijmans van den Bergh	Diagnose	Groeiïndex %
287	V.	23	36.5	positief	Icterus catarrhalis.	76.7
288	V.	64	4.7	positief	Cholelithiasis.	92.0
289	M.	35	3.15	positief	Cholangitis? Carcinoom? Haemoglobine: 30%.	90.0
290	M.	34	2.47	positief	Cholangitis. Cholesterine serum 2.55 %.	93.0
291	V.	52	2.85	positief	Cholelithiasis? Cholesterine 2.99 ‰.	56.5; 78.7
292	M.	67	2.50	positief	Cholelithiasis? Hypertensie. Hypertrophia cordis.	87.5
293	M.	63	2.25	positief	Cholelithiasis?	83.2
294	V.	49	1.49	positief	Cholelithiasis? Hypertensie.	62.8
295	V.	32	1.57	positief	Cholelithiasis?	76.8
296	V.	40	11.5	positief	Hypertrophische levercirrhose. Haemochromatose.	75.4
297	M.	54	3.57	positief	Cirrhosis hepatis, (bronskleur).	70.2
298	M.	49	1.45	positief	Hypertrophische levercirrhose (Hanot).	73.3
					Gemiddeld:	78.1

Het serum van zieke menschen is gedurende de menstruatie waarschijnlijk niet gelijk te stellen met serum van gezonden gedurende de menstruatie, al is het gehalte aan pathologische bestanddeelen, zooals ureum, glucose en bilirubine, niet verhoogd.

Van de acht door mij onderzochte, gezonde, menstrueerende vrouwen, hebben er drie, n.l. no. 300, 314 en 318, serum met betrekkelijk lage indices. Van de andere twaalf, aan een of andere ziekte lijdende, hebben er drie, n.l. no. 304, 312 en 316, eveneens serum met betrekkelijk lage groeiïndices. Van patiënten no. 304 en 316, lijdende aan lymphoma tuberculosum en chronische nephritis zonder ureumretentie, verwacht men niet, dat ze een groeiremming zullen vertoonen; de lage index moet dus wel aan veranderingen worden toegeschreven, die door de menstruatie zijn teweeggebracht. Bij patiënt no. 312 verschillen de indices, met de beide methoden

Tabel no. 37.

Vrouwen ten tijde der menstruatie.

Doorloopend no.	Ouderdom	Dag der menses	Ziekte der patiënten	Groeiindex in Shive's oplossing %	Groeiindex in aq. dest. %
299	40	1e	Aortitis luetica. Tabes dorsalis.	80.8	81.0
300	29	1e	Geene.	60.0	67.7
301	28	1e	Hysterie.	78.2	83.0
302	31	1e	Nephritis, zonder ureumretentie.	82.0	69.2
303	38	1e	Diabetes mellitus.	72.0	—
304	41	1e	Lymphomata tuberculosa.	69.7	69.7
305	30	1e	Luetische levercirrhose.	75.4	—
306	21	1e	Morbus Basedowi.	94.6	—
307	25	1e	Pernicieuse anaemie.	80.8	79.1
308	37	1e	Geene.	89.9	80.8
309	27	1e	Colitis.	85.6	76.2
310	41	2e	Chronische nephritis, geen ureumretentie.	72.6	69.6
311	27	2e	Niersteen?	87.5	77.3
312	48	1e	Cystitis.	53.4	72.1
313	38	1e	Diabetes mellitus.	83.9	82.6
314	32	3e	Asthma bronchiale.	65.5	66.7
315	25	1e	Buikklachten.	76.0	73.6
316	20	1e	Nephritis tuberculosa, geen ureumretentie.	60.0	69.6
317	21	1e	Gastroptosis.	73.7	84.3
318				57.3	—
			Gemiddeld:	74.6	75.1
			Variatie:	53.4-94.6	66.7-84.3

bepaald, sterk van elkander, zoodat de bij haar gevonden lage waarde met reserve moet worden beoordeeld.

Het is bekend, dat bij het optreden van de menses het cholesterinegehalte van het serum stijgt. Bij drie patiënten, n.l. no. 301, 312 en 314, werd het cholesterinegehalte bepaald; het bedroeg resp. 2,28 $^0/_{00}$, 2,75 $^0/_{00}$ en 3,24 $^0/_{00}$. Patiënt no. 301 heeft een normalen index, patiënt no. 312 waarschijnlijk eveneens, terwijl no. 314 een betrekkelijk lagen index heeft.

En direct verband tusschen het cholesterinegehalte en den index is uit deze drie gevallen niet af te leiden.

Uit deze proeven zou men geneigd zijn te besluiten, dat sommige

vrouwen tijdens de menstruatie in meerdere mate groeiremmende „stof" afscheiden dan buiten het tijdperk dezer functie. Het klein aantal der onderzochte vrouwen laat echter een zekere gevolgtrekking niet toe.

De gemiddelde groeiïndex, met Shive's oplossing als voedingsvloeistof bedraagt 74,6% en met aqua monodestillata 75,1%; een index, even beneden den gemiddelden index bij normale personen.

De indices, met de twee werkwijzen gevonden, verschillen niet, zoodat bij proeven met sera het niet van overwegend belang is, wanneer men aan één der methoden de voorkeur geeft.

Tabel no. 38.

Patiënten met morbus Basedowi.

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Grondstofwisseling en opmerkingen	Groeiïndex %
319	V.	21	Grondstofwisseling: + 17 %. Lichte vorm van M. Basedowi.	94.4
320	M.	52	Grondstofwisseling: + 7 %. Lichte vorm van M. Basedowi.	87.4
321	V.	20	Grondstofwisseling: + 28 %.	80.4
322	M.	22	Grondstofwisseling: + 56 %.	55.9
323	V.	42	Lichte vorm van M. Basedowi.	72.9

In de volgende tabel, no. 39, zijn 13 patiënten met tuberculeuse processen opgenomen. Bij patiënt no. 330 bestaat er twijfel omtrent de afwijkingen in de longen. Bij 10 van de 13 patiënten bestaan uitgebreide longprocessen. Behalve patiënt no. 334, die een lichte ureumretentie vertoont, hebben de anderen geen afwijkingen in het serum. Geen der patiënten heeft een lagen index. De gemiddelde index is 84,2%, een waarde, iets hooger dan de gemiddelde bij gezonde personen.

In de volgende tabel, no. 40, zijn 69 patiënten opgenomen met allerlei diagnoses. Al deze patiënten hebben geen ureumretentie, geen bilirubine- of glucoseverhooging in het serum, terwijl de vrouwelijke patiënten niet menstrueerden op den dag, dat er venaepunctie werd verricht. Van deze patiënten heeft slechts no. 403 een betrekkelijk lagen index van 53,7%; van hem heb ik geen contrôleproef

Tabel no. 39.

Patiënten met tuberculose.

Doorloopend no.	Geslacht	Leeftijd	Aard van het longproces	Groeiïndex %
324	M.	23	Tuberculosis pulmonum, Turban III, open, progressief, subfebriel.	87.3
325	M.	29	Tuberculosis pulmonum, Turban III, open, proliferatief, subfebriel.	90.4
326	M.	29	Tuberculosis pulmonum, Turban III, open, febriel, progressief. Peritonitis tuberculosa.	81.1
327	M.	65	Pleuritis humida tuberculosa. Febriel.	72.0
328	M.	28	Tuberculosis pulmonum, Turban III, gesloten. Proliferatief, subfebriel.	75.5
329	M.	48	Tuberculosis pulmonum, Turban III, open, progressief, febriel, pleuritis sicca.	77.7
330	M.	26	Tuberculosis pulmonum? Maligne granuloom? Nephritis.	74.4
331	V.	20	Tuberculosis pulmonum, Turban III, progressief, open, subfebriel.	91.6
332	V.	42	Tuberculosis pulmonum? Turban I, open, proliferatief, afebriel, Cholelithiasis?	70.9
333	M.	27	Tuberculosis pulmonum, Turban III, open, proliferatief, subfebriel.	78.1
334	M.	32	Tuberculosis pulmonum, Turban II, open, proliferatief, subfebriel, Tuberculose der nier. Tuberculose van de darmen?	82.2
335	M.	30	Tuberculosis pulmonum, Turban III, gesloten? Progressief, subfebriel, pleuritis humida.	86.9
336	M.	46	Oud tuberculeus proces in den linker top.	81.3
			Gemiddeld:	84.2

genomen. De gemiddelde index is 81,6%, een waarde, die weinig verschilt met die van gezonde individuën.

In de volgende tabel, no. 41, zijn, evenals in tabel no. 29, patiënten met secundaire anaemie opgenomen. De meesten hebben dien vorm van anaemie, die beschreven is onder den naam van eenvoudige anaemie met achloorhydrie. Geen dezer patiënten heeft een lagen index. De gemiddelde index is 87,8%, een waarde, iets hooger dan die bij gezonde menschen.

Tabel no. 40.

Patiënten met allerlei diagnoses.

Doorloopend no.	Leeftijd	Geslacht	Diagnose.	Groeiïndex %
337	M.	58	Angina pectoris.	79.0
338	M.	33	Angina pectoris?	82.5
339	V.	45	Angina pectoris.	78.5
340	M.	53	Vitium cordis.	85.9
341	M.	46	Vitium cordis.	80.6
342	M.	49	Vitium cordis.	102.6
343	M.	68	Mitralis insufficiëntie.	85.1
344	M.	34	Mitralis insufficiëntie.	80.5
345	M.	61	Mitralis insufficiëntie.	101.0
346	M.	62	Aorta insufficiëntie. Hypertrophia cordis.	75.3
347	V.	59	Gecompenseerd vitium cordis.	80.0
348	M.	45	Dilatatio cordis?	76.3
349	M.	54	Aneurysma aortae lueticus. Aorta insufficiëntie.	83.5
350	M.	58	Arterio sclerose van de aorta.	75.8
351	M.	20	Aorta insufficiëntie na rheuma.	83.0
352	M.	68	Hypertensie. Vergroot hart. Pulsus irregularis. Haemorrhoiden.	85.1
353	M.	39	Paroxysmale tachycardie.	67.8
354	M.	63	Paroxysmale tachycardie.	73.1
355	M.	46	Extra systole.	77.1
356	M.	49	Ulcus ventriculi en retentie van de maag. Carcinoom?	88.9
357	M.	35	Cholangitis. Ulcus ventriculi?	64.6
358	M.	38	Ulcus duodeni.	80.3
359	M.	49	Ulcus ventriculi.	88.9
360	M.	58	Ulcus duodeni.	78.8
361	M.	53	Ulcus duodeni.	88.6
362	M.	53	Cholangitis en cholecystitis.	88.7
363	M.	37	Cholecystitis?	72.7
364	M.	38	Cholelithiasis?	80.0
365	M.	32	Cholecystitis.	88.3
366	M.	36	Klachten na cholecystectomie en appendectomie.	80.8
367	M.	36	Cholangitis.	84.8
368	V.	36	Cholangitis.	80.0
369	V.	57	Cholangitis. Hydrops van de galblaas.	83.8
370	V.	31	Gastroptosis.	76.9
371	M.	56	Gastroptosis.	96.3
372	M.	49	Colitis.	78.3
373	M.	46	Colitis.	81.9
374	V.	54	Colitis.	91.1
375	M.	45	Colitis spastica. Haemorrhoiden.	98.0
376	V.	70	Emphysema pulmonum. Bronchitis.	91.5
377	M.	48	Asthma bronchiale.	79.5

Vervolg tabel no. 40.

Doorloopend no.	Leeftijd	Geslacht	Diagnose	Groeiïndex %
378	M.	71	Bronchiectasie. Haemorrhagische pleuritis. De proef is één dag voor de exitus letalis genomen.	88.4
379	M.	37	Bronchitis.	77.7
380	M.	71	Bronchitis. Hypertensie.	92.1
381	V.	64	Lues.	92.2
382	V.	48	Lues.	84.5
383	M.	39	Lues en bronchitis.	81.5
384	M.	53	Lues. Hypertensie.	79.0
385	V.	52	Lues.	73.0
386	V.	55	Tabes dorsalis. Cirrhosis hepatis.	78.0
387	V.	27	Migraine. Hypertensie.	80.9
388	M.	41	Neurasthenie.	64.6
389	M.	41	Nervositas. Insufficiëntia pedis.	73.5
390	M.	25	Ischias.	97.6
391	V.	39	Ischias.	70.0
392	V.	28	Chronische parametritis?	91.3
393	V.	43	Retroflexio uteri.	72.7
394	V.	27	Cysteuze tumor in den rechter onderbuik.	79.5
395	V.	26	Fluor albus.	69.1
396	M.	34	Pyelocystitis acuta.	84.6
397	M.	15	Orthostatische albuminurie.	80.7
398	V.	16	Orthostatische albuminurie.	68.9
399	V.	27	Chronisch gewrichtsrheuma.	91.2
400	M.	70	Arthritis deformans. Carcinoma oesophagi? Secundaire anaemie.	85.6
401	V.	48	Arthritis deformans van de welvelkolom.	74.0
402	M.	49	Arthritis deformans van de wervelkolom. Nephrolithiasis?	77.8
403	M.	54	Arthritis deformans van de wervels. Hypertensie.	53.7
404	M.	66	Herpes zoster. Hypertensie. Haemorrhoiden.	94.1
405	V.	54	Essentieele hypertensie. Encephalomalacie. Hypertrophia cordis.	85.0
			Gemiddeld:	81.6

In tabel no. 42 zijn carcinoompatiënten opgenomen, die allen anaemie hadden. Patiënt no. 425 heeft een betrekkelijk lagen groeiindex, mogelijk, dat dit verschijnsel samenhangt met den sterken graad van bilirubinaemie. Patiënt no. 163, ook in tabel no. 30 vermeld, heeft eveneens een flinke retentie van galkleurstof in het bloed, terwijl de index normaal is. De gemiddelde index bedraagt 79,1%, weinig van die bij normale menschen verschillend.

Tabel no. 41.

Invloed van serum, afkomstig van patiënten, lijdende aan secundaire anaemie op den groei van Lupinus albus L. wortels.

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Bloedonderzoek				Diagnose	Groeïindex %
			Aantal erythrocyten	Aantal leucocyten	Haemoglobine gehalte %	Kleurindex		
406	M	50	4.050.000	—	56	0.70	Secundaire anaemie e causa ignota.	91.3
407	V	43	—	—	73	—	Secundaire anaemie e causa ignota.	87.3
408	V	39	—	—	70	—	Secundaire anaemie.	64.8
409	V	34	3.980.000	—	64	0.81	Secundaire anaemie, profuse menses.	95.7
410	V	51	3.800.000	—	71	0.93	Ulcus ventriculi? Carcinoom?	92.2
411	V	33	3.660.000	8000	43	0.60	Secundaire anaemie en achylia gastrica, post partum.	98.6
412	V	35	—	—	77	—	Secundaire anaemie post partum.	84.2
413	V	31	4.880.000	—	90	0.92	Secundaire anaemie, profuse menses.	72.9
414	V	49	3.010.000	—	57	0.91	Secundaire anaemie cum achylia gastrica e causa ignota. Haemorrhoiden.	65.2
415	V	37	—	—	57	—	Secundaire anaemie en chronische nephritis.	82.5
416	V	44	—	—	68	—	Secundaire anaemie en chronische nephritis.	70.8
417	V	26	2.970.000	5600	70	1.06	Secundaire anaemie e causa ignota. Struma nodosa.	76.4
418	V	39	1.400.000	5400	40	1.42	Hypochrome anaemie en achylia gastrica.	83.1
419	M	36	3.390.000	6000	51	0.75	Secundaire anaemie e causa ignota.	81.3
420	V	34	3.840.000	6900	57	0.75	Secundaire anaemie cum achylia gastrica en chronische nephritis.	82.—
421	V	54	2.620 000	8900	27	0.51	Secundaire anaemie cum achylia gastrica.	75.6
422	V	47	5.500.000	4200	57	0.46	Hypochrome anaemie cum achylia gastrica.	89.4
423	M	42	3.920.000	6000	60	0.77	Secundaire anaemie e causa ignota. Cystitis?	87.5
							Gemiddeld:	87.8

Tabel no. 42.

Groeïindex bij patiënten met carcinoomgezwellen.

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Aantal erythrocyten	Haemoglobine gehalte %	Kleurindex	Aantal leucocyten	Bilirubine gehalte i. h. serum. E.	Directe diazoreactie	Groeïindex %
424	V	54	4.480.000	89	1.—	8900	0.3	negatief	77.1
163b	V	53	3.530.000	80	1.14	18000	36.5	positief	80.—
425	M	68	3.060.000	74	1.23	8600	54.—	sterk positief	54.8
426	M	67	2.510.000	45	0.90	11000	0 57	zwak positief	79.2
427	M	70	3.100.000	40	0.64	6000	0.3	negatief	89.—
428	V	51	—	—	—	—	0.3	negatief	74.1
429	M	48	4.700.000	100	1.—	7100	0.3	negatief	73 8
430	M	68	1.700.000	28	0.84	6300	0.4	negatief	89.1
431	M	49	—	73	—	—	0.3	negatief	90.6
432	M	63	—	71	—	—	0.3	negatief	83.7
								Gemiddeld:	79.1

In de volgende tabel, no. 43, zijn patiënten met leucaemieën, haemolytische icterus, spruw en akromegalie opgenomen. Geen der patiënten heeft een lagen index.

Tabel no. 43.

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Diagnose	Groeïindex %
433	M.	28	Lymphatische leukaemie.	66.9
434	M.	42	Aleukaemische myeloide leukaemie.	72.5
435	M.	31	Haemolytische icterus.	66.2
436	V.	47	Spruw.	88.1
437	V.	32	Maligne granuloom.	90.2
438	M.	58	Akromegalie.	83.2

Tenslotte volgt hierop tabel no. 44 van patiënten met pernicieuse anaemie. De indices, met de twee methoden van onderzoek gevonden, worden in dezelfde tabel opgenomen. Bijna alle patiënten hebben een hoogen graad van bloedarmoede; sedert de gunstige invloed van lever en leverpraeparaten op de pernicieuse anaemie bekend

Tabel no. 44. **Patiënten met pernicieuse anaemie.**

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Aantal erythrocyten	Haemoglobine gehalte %	Kleurindex	Aantal leucocyten	Bilirubine-gehalte van het serum	Reactie van Hijmans v. d. Bergh	Phytotoxische index % (Proeven in aq. m.dest.) %	Phytotoxische index % (Proeven in de oploss. van Shive) %
439a	M	67	1.510.000	37	1.23	2800	1.69	Negatief	81.8	90.—
439b	„	„	„	„	„	„	„	„	66.6	62.1
440	M	51	1.850.000	39	1.05	3750	1.3	„	70.3	73.2
441	V	57	1.820.000	64	1.8	2800	2.38	„	76.3	60.7
442a	M	58	1.500.000	39	1.3	4000	5.—	Zwak positief	82.9	87.—
442b	„	„	„	„	„	„	„	„	67.2	87.—
443	M	58	1.000.000	37	1.8	3750	6.5	Negatief	50.6	65.5
444	M	55	1.310.000	31	1.2	3300	3.78	„	70.2	80.3
445	V	42	760.000	17	1.12	2600	3.7	„	66.9	85.3
446	M	47	2.660.000	76	1.4	6500	1.5	„	74.4	76.4
447	V	52	1.740.000	43	1.26	5100	1.83	„	78.2	74.9
448	V	68	1.640.000	52	1.6		4.38	„	54.3	58.9
449	M	45	1.790.000	43	1.23	4800	5.—	„	68.8	66.3
450	V	25	1.300 000	40	1.53	2200	0.93	„	79.1	74.8
451	M	48	2.440.000	60	1.2	5150	5.1	„	82.—	93.6
452	V	73	1.540.000	47	1.5	4200	3.4	Zwak positief	63.5	71.2
453	M	49	2.730.000	70	1.25	4200	0.44	Negatief	—	84.5
454	M	57	1.400.000	48	1.7	5000	2.17	„	—	70.—
455	M	51	1.620.000	36	1.12	3508	1.32	„	—	80.8
456	M	36	1.430.000	35	1.2	5900	2.72	„	—	64.7
457	M	53	—	25	—	—	—	—	77.—	86.—
458	M	51	—	47	1.2	—	—	—	71.8	59.6
								Gemiddeld:	71.2	75.1

Van drie twijfelachtige gevallen van pernicieuse anaemie, tabel no. 45, zijn de indices normaal.

Tabel no. 45.

Twijfelachtige gevallen van pernicieuse anaemie.
(Proeven in oplossing van Shive.)

Doorloopend no.	Geslacht	Ouderdom	Aantal erythrocyten	Haemoglobine gehalte %	Kleurindex	Aantal leucocyten	Bilirubine-gehalte van het serum	Reactie van Tijmans v. d. Bergh	Phytotoxische index %
459	V	48	2.540.000	65	1.3	5500	1.6	Negatief	75.—
460	M	58	1.900.000	65	1.7	4500	3.7	„	70.4
461	M	63	1.260.000	45	1.8	3400	0.6	„	85.9

is, zijn de meeste patiënten reeds te voren behandeld en kwamen bijna uitsluitend diegenen in het ziekenhuis hulp inroepen, wier ziekte, ondanks de behandeling thuis, progressief bleef of, die doordat ze het levergebruik hebben gestaakt, een flinke remissie hebben gekregen. De meesten waren dan ook zwaar ziek. Patiënten no. 456 en no. 457 hadden in het ziekenhuis eenige dagen leverpraeparaten gehad.

Bij het bestudeeren der indices bemerkt men, dat patiënten no. 443 en 448 in de eerste kolom betrekkelijk lage indices hebben, echter niet beneden 50%, een waarde, door M a c h t voor de pernicieuse anaemie specifiek gevonden.

De gemiddelde index met de gewijzigde methode is 71,2%, bij gezonde individuën heb ik met dezelfde methode een gemiddelde waarde van 78,7% (tabel no. 20) gevonden.

Met de oorspronkelijke werkwijze van M a c h t, bedraagt de gemiddelde groeiïndex 75,1%, bij gezonden bedraagt hij 82,3%.

Met beide wijzen van onderzoek blijkt de gemiddelde index bij pernicieuse anaemie een weinig lager te zijn dan bij gezonden. Ook valt het op, dat er betrekkelijk meer lage waarden zijn dan bij gezonden, welke zich dan ook in de gemiddelde waarde uitdrukken.

Van een duidelijk remmenden invloed van pernicieus anaemisch bloed op den groei van wortels is in dit onderzoek echter niets gebleken.

Van pernicieus anaemische patiënten heb ik sera vóór en na de behandeling den groeïndex bepaald. De behandeling heeft plaats naast de regeling van het algemeen diëet, in hoofdzaak met injiceerbaar leverpraeparaat, zooals Campolon van Gänsslen en Ventraemon.

Zooals te verwachten was, is de groeïndex vóór en ná de behandeling niet verschillend.

Tabel no. 46.

Behandelde gevallen van pernicieuse anaemie.

Doorloopend no.	Haemoglobinegehalte %			Groeïndex in Shive's oplossing. %	
	Voor de behandeling	Na de behandeling	Duur der behandeling	Voor de behandeling	Na de behandeling
462	39	72	5 weken	73.2	63.2
463	39	61	2 weken	87.—	64.8
464	37	45	2 weken	65.5	63.1
465	31	77	5 weken	80.3	84.9
466	17	67	5 weken	85.3	93.—
467	76	88	2 weken	76.4	86.5
468	43	67	5 weken	74.9	78.2
469	43	86	8 weken	66.3	82.6
			Gemiddeld:	76.1	76.9

HOOFDSTUK V.

Proeven met andere planten.

Lepidium sativum.

Bij den aanvang van dit onderzoek waren er in Utrecht geen Lupinus albus zaden te verkrijgen en heb ik met zaden van Lepidium sativum gewerkt. Na weeken worden de zaden in rijen op filtreerpapier gelegd. Dit filtreerpapier wordt, na met aq. dest. nat gemaakt te zijn, op glazen platen gelegd, waaraan het dan vastkleeft. Voor de ontkieming worden deze met filtreerpapier bedekte glazen platen waarop de zaadjes zijn vastgekleefd, recht overeind in een bak geplaatst, waarin zich aq. dest. of leidingwater in voldoende hoeveelheid bevindt. Het voor kiemplantjes noodige water wordt door de zuigkracht van het filtreerpapier in voldoende mate geleverd. Voor een uitvoerige beschrijving der gevolgde methode verwijs ik naar het proefschrift van T a l m a (134). Voor mijn proeven hebben deze kiemplantjes het bezwaar, dat ze dun en teer zijn, zoodat ze na het ontkiemen moeilijk kunnen worden gehanteerd.

Lupinus luteus.

Ook met Lupinus luteus heb ik proeven genomen. De zaden, die ik ter beschikking kreeg, waren niet kiemkrachtig; slechts ongeveer 20% der geplante zaden ontkiemden en dan nog zeer slecht.

Lupinus albus, variëteit Hartwegi.

Met lupinus albus, variëteit Hartwegi ging het beter. De eerste voorraad zaden, dien we van den groothandelaar kregen, had een goede kiemkracht, maar daarna kregen we sterk geïnfecteerde, slecht kiemende zaden. Desinfectie met Uspulum *) bracht geen verbetering in de kiemkracht. Met de goed kiemende zaden heb ik nog een honderd sera op den groeiïndex kunnen onderzoeken. De

*) Een chloor-phenol-kwik-verbinding, waarvan de formule fabrieksgeheim is.

zaden werden in fijn zaagsel gekweekt; overigens is de werkwijze gelijk aan die, zooals ze in het hoofdstuk over methodiek is beschreven. De contrôleproeven werden in de oplossing van Shive genomen. De lengte der wortels was 40—60 mm. Er werden proeven genomen in oplossingen van chemische stoffen, zooals Na. benzoaat, hydrochloras cocaini. Het bleek, dat de wortels van deze zaden gevoeliger zijn dan de wortels van Lupinus albus L. De concentratie van natrium benzoaat, waarbij de wortels van Lupinus albus Hartwegi niet meer groeien, bedraagt 0.05%, terwijl de concentratie van dezelfde chemische stof, waarbij de Lupinus albus L. ophoudt te groeien, 0.1% bedraagt. De concentratie van hydrochloras cocaini, waarbij de wortels van Lupinus albus Hartwegi en Lupinus albus L. niet meer groeien, bedraagt resp. 1.7% en 2%.

Proeven met sera, afkomstig van 30 gezonden, doen de volgende indices vinden: 94.0, 75.4, 66.2, 59.5, 71.7, 73.0, 56.5, 65.7, 66.0, 59.6, 64.7, 75.5, 74.2, 72.3, 70.8, 64.7, 94.6, 85.0, 58.0, 67.0, 62.0, 60.0, 51.4, 76.0, 86.0, 77.0, 51.8, 72.0 en 73.9%. De laagste en hoogste indices zijn: 51.4 en 94.0%, terwijl de gemiddelde waarde 65.6% bedraagt. De laagste waarde ligt lager dan bij proeven met Lupinus albus L., de gemiddelde index is eveneens lager dan bij proeven met Lupinus albus L. Met de beoordeeling van indices bij zieken zal men hiermede rekening hebben te houden.

Bij 8 patiënten met tuberculosis pulmonum bedragen de indices respectievelijk: 73.6, 60.0, 58.8, 48.9, 55.2, 74.0, 43.2 en 55.0%, met een gemiddelde index van 58.5%.

Van 6 patiënten, lijdende aan een kwaadaardig gezwel van één der organen, met of zonder metastasen, bedragen de indices 76.4, 82.5, 74.7, 64.0, 62.2 en 59.2%, met een gemiddelde index van 69.9%, een waarde, hooger dan het gemiddelde bij gezonde personen.

Bij 4 patiënten met diabetes mellitus werden indices gevonden van 89.0, 63.6, 52.5 en 96.8%, met een gemiddelde waarde van 75.4%.

Zes patiënten met nephritis, die matige graden van ureumretentie vertoonden, hadden indices van 72.3, 71.6, 60.0, 49.4, 65.5 en 49.4%, met een gemiddelde van 61.2%.

Van vier patiënten met bilirubinaemie van 14 E, 2.17 E, 2.59 E

en 1 E. bedroegen de indices respectievelijk 53.4, 58.3, 82.4 en 69.6%, met een gemiddelde index van 65.9%.

Van patiënten met infectieziekten en hooge koorts, waarvan er twee lijdende waren aan croupeuze pneumonie, één aan roodvonk en één aan typhus abdominalis, bedroegen de indices 54.8, 59.0, 92.0 en 59.1%.

Drie patiënten met secundaire anaemie hadden indices van 57.5, 71.0 en 72.0%.

Van pernicieuze anaemie heb ik slechts één geval kunnen onderzoeken. De index bedroeg 44.0% en lag dus beneden 50%; doch ook een patiënt met Indische spruw had een index beneden de 50%, n.l. 46.3%, terwijl een patiënt met tuberculose eveneens een index bleek te bezitten beneden 50%, zoodat op grond van deze bepaling zeker niet gesproken kan worden van het bestaan eener specifieke remming bij pernicieuze anaemie.

In de volgende tabel (no. 47) zijn patiënten met verschillende diagnoses opgenomen.

Van de hier genoemde zieken is er geen enkele, waarbij het serum een specifiek remmenden invloed bleek te hebben op den groei van wortels.

Saprolegnia.

Behalve met wortels heb ik ook met schimmels, met name met de Saprolegnia, gewerkt. Op een voedingsbodem, bestaande uit 2% agar, waarin 5% Mout-bouillon is opgelost, groeien de schimmels goed: nog beter wanneer voor het verdunnen van de agar water wordt gebruikt, waarin per 100 cc. vijf erwten gedurende een half uur zijn gekookt. Deze voedingsbodems worden in Petrischalen uitgegoten. Wordt in het midden van de Petrischaal op den voedingsbodem een vierkant of rond stukje agar geplaatst, waarop de saprolegnia is gegroeid, dan ontstaat er een cirkelvormige uitgroei der draden. Het meten van den groei der Saprolegnia kan dan om de 24 uur met een millimetermaatje geschieden; men meet den straal van den cirkel. Een Petrischaal van 12 cm. doorsnede is in 5—6 dagen geheel met schimmeldraden bedekt. De groei in 24 uur is gedurende de 5 achtereenvolgende dagen niet gelijk, zoodat de meting steeds op dezelfde tijden moet worden verricht, maar ook

Tabel no. 47. **Patiënten met allerlei ziekten.**

	Diagnose	Groeiïndex
1.	Haemolytische icterus	52.4
2.	Myelogene leucaemie	55.5
3.	Lymphadenomatosis	86.6
4.	Morbus Basedowi	50.9
5.	Morbus Basedowi	67.9
6.	Levercirrhose van Laënnec	71.5
7.	Levercirrhose van Laënnec	83.7
8.	Purpura simplex	51.1
9.	Aorta insufficientie (lues)	66.5
10.	Aorta insufficientie	65.7
11.	Angina pectoris	76.0
12.	Mitraalstenose	73.2
13.	Congenitaal vitium cordis, open septum ventriculorum	72.5
14.	Paget's disease	90.7
15.	Myositis ossificans	69.7
16.	Lues	63.2
17.	Lues	89.0
18.	Asthma bronchiale	67.6
19.	Emphysema pulmonum	76.3
20.	Ischias	68.3
21.	Hypertensie	68.0
22.	Dysmenorrhoe	76.1
23.	Ulcus ventriculi	53.7
24.	Ulcus ventriculi	58.6
25.	Ulcus ventriculi	51.8
26.	Ulcus ventriculi	52.5
27.	Ulcus ventriculi	56.4
28.	Ulcus duodeni	92.7
29.	Ptosis gastrica	64.3
30.	Colitis	74.2
31.	Entero-colitis	81.2
32.	Niersteen	67.5
33.	Otosclerose	85.0

dan blijkt de groei nog niet geheel gelijkmatig te hebben plaats gehad. Op den 3en, 4en en 5en dag is de groei het gunstigst. Hij wisselt in 24 uur van 8 mm. tot 13 mm. Men kan ook de snelheid van den groei microscopisch met behulp van een oculair micrometer meten; men kiest daartoe een recht groeiende schimmeldraad uit en gaat hiervan den groei in 5 à 10 minuten na.

Ik heb beide wijzen van metingen toegepast. Bij toevoeging van serum aan den voedingsbodem blijkt evenwel, dat zelfs door serum in hoeveelheid van 12% (van normalen en zieken) de groei van de Saprolegnia nog niet beïnvloed wordt. Waar dus deze Saprolegnia veel te weinig gevoelig bleek, hebben we er verder geen proeven mede genomen.

HOOFDSTUK VI.

Over de oorzaak der door het serum uitgeoefende remming.

Serumoplossing van gezonde personen heeft een remmenden invloed op den groei van wortels, terwijl bij verhooging der concentratie de schadelijke werking op den groei sterker wordt. Deze remmende invloed wordt door serum van patiënten met verschillende ziekten en van menstrueerende vrouwen in sterkere mate uitgeoefend. Allereerst doet zich de vraag voor, welke „stof" het is, die in normaal serum de groeivertraging veroorzaakt. Dan, of de sterkere remming van sommige sera, afkomstig van zieken, door dezelfde stof veroorzaakt wordt, die in dat geval dus in grootere hoeveelheid aanwezig zou moeten zijn dan bij gezonden.

M a c h t zelf bleef op de eerste vraag het antwoord schuldig en op de tweede vraag eveneens. Hij vermoedt, dat cholesterine en wel het oxycholesterine, een rol moet spelen. Wij hebben eveneens getracht de oorzaak der remming te vinden en moeten ook als slotwoord geven, dat we daar niet in zijn geslaagd. Allereerst hebben we den invloed nagegaan van verschillende concentraties van *Ringer's oplossing*, die ongeveer de zoutsamenstelling van het serum heeft. Neemt men een oplossing, die de zouten in driemaal hoogere concentratie bevat dan de oplossing van Ringer, dan wordt de groei daardoor nog niet beïnvloed. Het natriumchloride gehalte van het bloedserum stijgt, gelijk bekend is, zelfs bij ernstige nephritis of nephrose, nooit bijzonder veel; het NaCl immers, wordt bij keukenzout retentie òf in de weefsels òf in de oedeemvloeistof opgeborgen. Maar in het bloedserum is de stijging te gering om den groeïndex te kunnen beïnvloeden.

Ook hebben we *glucose* in verschillende concentraties, tot 15‰ toe, aan de voedingsoplossing toegevoegd, zonder dat daardoor de groei merkbaar beïnvloed werd.

Dat *bilirubine* weinig invloed heeft op den groei, kan men uit

tabel no. 36 gemakkelijk afleiden. We hebben geen proeven genomen door toevoeging van zuivere bilirubine aan de voedingsvloeistof.

Ureum kan evenmin als de oorzaak worden aangenomen. Een retentie van 8.0 tot 10.0 gr. $^0/_{00}$ ureum in het bloed komt slechts zeer zelden voor; in deze concentratie nu blijkt ureumoplossing op den groei van wortels eerder een bevorderenden invloed uit te oefenen dan een remmenden, terwijl in een oplossing die 50.0 gr. $^0/_{00}$ ureum bevat, nog een index werd gevonden van $\pm$ 95%.

Ook *indican* en *urinezuur* zijn niet verantwoordelijk te stellen voor de groeiremming, althans niet in de concentratie, waarin ze in het bloed bij gezonden en zieken ooit voorkomen.

De rol, die *cholesterine* zou kunnen spelen, hebben we niet kunnen bestudeeren, omdat cholesterine niet in aqua destillata oplosbaar is. Indien een concentratie van 1.2—1.8$^0/_{00}$ van dit lipoid, zooals die in normaal bloed voorkomt, de gemiddelde groeiremming veroorzaakte, zou men mogen verwachten, dat een verhooging van het cholesterinegehalte van het bloed, zooals bij cholelithiasis en ook bij hypertensie (87) voorkomt, een nog sterker vertraging zou geven. Dit hebben we evenwel niet kunnen waarnemen, terwijl ook bij de twee patiënten met xanthoma tuberosum, bij wie het cholesterinegehalte en phosphatidegehalte van het bloed sterk verhoogd waren, van een merkbaar grootere remming weinig te bespeuren valt. De nu en dan waargenomen groeiremming bij vrouwen gedurende de menses, in welke periode het cholesterinegehalte van het bloed ook verhoogd is, kan bezwaarlijk hieraan worden toegeschreven.

Het *albumine-* en *globulinegehalte* van het bloedserum kan evenmin als de oorzaak der remming worden beschouwd, want wanneer men deze beide zelfstandigheden door middel van ultrafiltratie uit het serum verwijdert, blijkt het ultrafiltraat den remmenden invloed te hebben behouden.

Normale sera hebben voor en na de ultrafiltratie nagenoeg denzelfden index. Sera van twee nephritispatiënten vertoonen na ultrafiltratie een verhooging van den index, echter liggen de verschillen binnen de foutengrens.

Uit deze resultaten kan men besluiten, dat het gehalte aan albu-

Tabel no. 48.

Groeïndex voor en na ultrafiltratie.

Afkomst van het serum	Phytotoxische index. %	
	Serum	Ultrafiltraat
Gezonde personen	91.0	91.8
	89.0	87.7
	78.6	94.0
Nephritispatiënten met ureumretentie	70.9	85.6
	62.7	78.2
	55.5	81.6
	50.4	66.0
Bilirubinaemie	85.6	90.5
Pernicieuse anaemie	66.3	79.6
Diabetes mellitus	78.6	76.8

mine en globuline alleen niet voor de remming aansprakelijk kan zijn.

Verwarming verandert eveneens niets aan den remmenden invloed van het serum. We hebben normale en pathologische sera gedurende 1 tot 2 uren bij 60° C. verwarmd; het bleek, dat de indices niet gewijzigd waren.

Tabel no. 49.

Verwarming van het serum.

Diagnose	Groeïndex. %	
	Niet verwarmd	Verwarmd
Gezond individu	82.2	80.4
id.	80.6	84.4
id.	72.3	97.0
Carcinoma ventriculi	67.5	65.2
Carcinoma ventriculi?	63.1	44.3
Chronisch rheuma + pleuritis	102.1	98.4
Lues + bilirubinaemie	90.3	85.8
Nephritis	78.4	91.0
Menses 1e dag	35.6	31.8

Tevoren is gezegd, dat M a c h t een vermindering der giftigheid van pernicieus anaemisch serum vond na bestraling met ultraviolette stralen, en dat deze werking bevorderd werd door toevoeging van een sensibilisator, zooals eosine, aan het serum. Daar we van een giftigheid van het serum bij deze ziekte niets gevonden hadden, ligt het voor de hand, dat proeven in deze richting genomen, negatief zouden uitvallen, hetgeen dan ook het geval is geweest. Wij hebben een 22-tal sera, afkomstig van gezonden en zieken, bestraald, om te zien of bestraling eenigen invloed zou uitoefenen. Noch bij sera van gezonden, noch bij die van zieken, bleek de remmende invloed op den wortelgroei veranderd.

Tabel no. 50.

Bestraling van serum met ultraviolette stralen.

Serum van	Phytotoxische index. %	
	Vóór de bestraling	Na de bestraling
Gezond individu	75.5	77.0
id.	70.7	72.7
id.	85.9	71.2
id.	79.7	82.1
id.	83.5	80.1
id.	90.3	88.8
id.	82.0	81.0
Pernicieuze anaemie	81.3	78.2
id.	64.7	65.2
Tuberculosis pulmonum	82.2	78.1
Nephritis	80.8	77.3
Nephritis met ureumretentie	84.4	86.4
id.	82.2	74.3
id.	69.2	69.2
Diphtherie en nephritis (ureumretentie)	77.0	80.0
Prostaat hypertrophie en cystitis	73.6	86.0
Putride bronchitis	77.2	74.7
Bilirubinaemie 36.5 E.	76.7	68.8
Bilirubinaemie 3.06 E.	79.7	88.0
Bilirubinaemie 1.06 E.	84.6	76.4
Ulcus duodeni?	71.8	61.5
Menses 1e dag	69.5	68.5

Stuwingsvloeistof — zooals b.v. ascitesvocht — heeft ook een remmenden invloed op den groei van kiemplantjes, echter niet meer

dan normaal serum. Evenzeer bleken pleura exsudaten zoo goed als transsudaten een remmenden invloed uit te oefenen.

Sera van dieren, zooals van het rund, honden, paarden en konijnen, hebben een remmenden invloed, echter niet meer dan van normaal menschenserum.

M a c h t heeft ook den invloed van *hormonen*, zooals insuline, pituitrine, adrenaline en thyroxine nagegaan en gevonden, dat ze geen merkbaren toxischen invloed hebben op den groei van wortels. Ook anderen kwamen tot dezelfde resultaten. Zelf heb ik eenige proeven met hormonen genomen, doch in te gering aantal, dan dat zij gevolgtrekkingen zouden veroorloven.

Gelijk in het hoofdstuk II reeds werd opgemerkt, hebben de buitengewoon belangrijke onderzoekingen uit de school van P r o f. W e n t en van P r o f. K ö g l de aanwezigheid van stoffen, die den groei van coleoptilen van Avena bevorderen, in tal van natuurlijke vloeistoffen, leeren kennen; onder andere ook in het bloedserum van menschen. In tegenstelling met de bevorderende werking der stoffen (door de bovengenoemde onderzoekers auxinen genoemd) op den groei der coleoptilen bleken zij den groei der wortels van dezelfde grassoort te remmen, welke bijzonderheid ik aan een mondelinge mededeeling van D r. H a a g e n S m i t ontleen. De mogelijkheid ligt voor de hand, dat de remmende invloed van het bloedserum van gezonden en zieken op deze kiemplantjes van Lupinus, eveneens aan de werking dezer auxinen te wijten zou zijn. Het moet van belang zijn deze mogelijkheid nader te onderzoeken.

Samenvatting en conclusies.

Bij proeven, waarbij de groei van wortels in oplossingen van verschillende scheikundige stoffen werd nagegaan, bleek de concentratie invloed uit te oefenen. Deze waarneming leidde Macht tot zijne phytopharmacologie.

Op klinische problemen toegepast, waar de invloed van het serum van zieken wordt onderzocht, blijkt de methode niet de waarde te hebben, welke Macht er aan hechtte.

De spreiding der groeïndices bij normale sera bedraagt 60.3—116%, zoodat men slechts daar, waar de groeïndex ver beneden 60% ligt, van „remming" kan spreken.

Bij de bestudeering der spreiding van de indices bij verschillende ziekten, bemerkt men dat de laagste index bij patiënten met: hypertensie (tab. no. 21 en no. 33), icterus (tab. no. 24 en no. 36), nephritis (tab. no. 23), carcinoom (tab. no. 30), allerlei andere ziekten (tab. no. 28 en no. 40) en bij vrouwen tijdens de menstruatie (tab. no. 25 en no. 37), beneden 60% ligt; slechts bij patiënten met: nephritis (tab. no. 23), carcinoom (tab. no. 30), en bij vrouwen gedurende de menses (tab. no. 25), ligt de laagste index beneden 50%.

Bij pernicieuse anaemie is de laagste index 50.6%. Dat bij deze ziekte, in tegenstelling met andere ziekten, een vergif in het serum vervat zou zijn, blijkt uit den phytotoxischen index van dit serum geenszins.

Van het regelmatig voorkomen van een remmenden invloed van het serum hebben wij bij geen enkele ziekte iets kunnen bemerken.

Uit onze onderzoekingen meenen wij te mogen besluiten, dat de phytopharmacologie volgens Macht voor de kliniek noch diagnostische, noch prognostische waarde heeft.

De mogelijkheid is niet geheel buitengesloten, dat de door Macht gebruikte zaden, een andere gevoeligheid hebben dan de door ons benutte. Te oordeelen naar de proeven met oplossingen van chemische stoffen, welke invloed op den groei van de door ons gebruikte zaden gelijk was aan de door Macht en Coggeshall verkregen uitkomsten, lijkt deze mogelijkheid zeer onwaarschijnlijk.

LITERATUUR.

1. Adanson, M. Histoire de la Botanique par A. Adanson et J. Payer, Paris, p. 253. 1864.
2. Arisz, W. H. Untersuchungen über Phototropismus. Rec. d. Trav. botan. Neerl. XII. 1915.
3. Berberich, J. Neue Untersuchungen über den Cholesterin Stoffwechsel. Kl. Wschr. No. 44, p. 2003. 1924.
4. Blaauw, A. H. Licht und Wachstum I, II en III. I en II. Ztschr. f. Bot. VI, 1914 en VII. 1918. III Mededeelingen v. d. Landbouwhoogeschool te Wageningen XV. 1918.
5. — Die Perception des Lichtes. Rec. des Trav. botan. Néerl. V. 1909.
6. Blackman, F. F. Optima and Limiting Factors. Ann. of Bot. Bd. 19. 1905.
7. Bode, O. B. und Krumm, G. Die einfache achlorhydridrische Anaemie. Fol. Haematologica, Bd. 46, H. 3, p. 226. 1932.
8. Boussingault, J. B. Economie Rurale, Tome deuxième, Paris, p. 657. 1845.
9. Boysen Jensen. Über die Leitung des phototropischen Reizes in Avenakeimpflanzen. Ber. Dtsch. Bot. Ges., Bd. 28, p. 118. 1910.
10. Bünning, E. Zur Physiologie des Wachstums und der Reizbewegungen der Wurzeln. Planta, Bd. 5, H. 4, p. 635. 1928.
11. Candolle, A. de. Géographic Botanique Raissonnée. Paris. Tome 1855, p.i. Botan. Zeitung, p. 753. 1850.
12. Cholodny, N. Über eine vermeintliche Anomalie im Wachstumsmodes der Wurzeln von Lupinus albus.

Ber. Dtsch. Bot. Ges., Bd. 46, p. 247. 1928.

13. Ciesielski, Th. Untersuchungen über die Abwärtskrümmung der Wurzel.
Dissert. Breslau. 1871.

14. Coggeshall, Mary. Influence of Acetic, Propionic, Normal Butyric and Sulphuric acids and Potassium Acetate on Elongation of Primary Roots of Seedlings of White Lupine.
Plant Physiology, Vol. 6, p. 389. 1931.

15. Czapek, F. Untersuchungen über Geotropismus.
Jahrbuch f. wiss. Bot., Bd. 27, p. 243. 1895.

16. — Biochemie der Pflanzen, II Aufl. 1913.

17. — Ausblicke auf biologische Adsorptionserscheinungen.
Jahrbuch. f. wiss. Bot., Bd. 56, p. 84. 1915.

18. Darwin, Ch. en Fr. The power of movement in plants. 1880.

19. Deleano, N. T. Researches chemiques sur la germination.
Centralbl. Bakt., Bd. 24, p. 130. 1909.

20. Devaux, H. Action rapide des solutions salines sur les plantes vivantes; déplacement réversible d'une partie des substances basiques contenues dans la plante.
Compt. rend. Ac. Sc. Paris. CLXII, p. 561. 1916.

21. Dillewijn, C. v. Die Lichtwachstumreaktionen von Avena.
Rec. d. Trav. bot. Néerl. XXXIV. 1927.

22. Duhamel, M. Phys. des Arbres, Tome I, Paris, p. 83. 1758.

23. Eckerson, S. A physiological and chemical study of afteripening.
Bot. Gaz. Bd. 55, p. 286. 1913.

24. Endler, J. Über den Durchtritt von Salzen durch das Protoplasma.
Bioch. Ztschr., Bd. 42, p. 440. 1912.

25. — Über den Durchtritt von Salzen durch das Protoplasma.
Bioch. Ztschr., Bd. 45, p. 365. 1912.

26. Groves, J. F. Temperature and life duration of seeds.
The Bot. Gaz., Vol. LXIII, p. 169. 1917.

27. Haas, A. R. C. Studies on the reaction of plant juices.
Soil Science, Bd. 9, p. 341. 1920.
28. Hammett, F. S. Studies in the biology of metals, I The localisation of lead by growing roots.
Protoplasma, Bd. 4, p. 183. 1928.
28. — Studies in the biology of metals, II The retardative influence of lead on rootgrowth.
Protoplasma, Bd. 4, p. 187. 1928.
30. — Studies in the biology of metals, III The localisation of lead within the cell of the growing root.
Protoplasma, Bd. 5, p. 135. 1928.
31. — Studies in the biology of metals, IV The influence of lead on mitosis and cell size in the growing root.
Protoplasma, Bd. 5, p. 535. 1929.
32. — Studies in the biology of metals, V The selective fixation of lead by root nuclei in mitosis.
Protoplasma, Bd. 5, p. 543. 1929.
33. — Studies in the biology of metals, VI The nature of lead compound deposited in the growing root.
Protoplasma, Bd. 5, p. 547. 1929.
34. Harting, P. Tijdschrift voor natuurlijke geschiedenis en physiologie, uitgegeven door van der Hoeven en de Vriese, Leiden, D. IX, p. 297. 1842.
35. Hempel, J. Buffer processes in the metabolism of succulent plants.
Compt. rend. Lab. Carlsberg 13, 1. 1917.
36. Herz, E. und Weichbrodt, R. Die Toxicität des Serums und ihre Deutung.
Dtsch. Med. Wschr., Bd. 50, p. 1210. 1924.
37. Heyn, A. N. J. Der Mechanismus der Zellstreckung.
Dissertatie, Utrecht. 1931.
38. Hibbard, R. P. The question of the toxicity of destilled water.
Am. Journ. of Bot., Bd. 2, p. 389. 1915.
39. Hoagland, D. R. The absorption of ions by plants.
Soil Science, Bd. 16, p. 225. 1923.

40. Howell, W. H. and Cekada, E. B. The cause of the delayed clotting of hemaphilic blood.
Am. Journ. of Physiol. Vol. 78, p. 500. 1926.
41. Hijmans van den Bergh, A. A. Het chloresterine-vraagstuk.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk., No. 9, p. 943. 1932.
42. Johanning, L. Phytopharmacologische Versuche mit Lupinus albus.
Dtsch. Archiv f. klin. Med., Bd. 167, p. 167. 1930.
43. Jordans, G. H. W. en van der Horst, N. Over de vetstofwisseling bij xanthomen.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk., No. 9, p. 967. 1932.
44. Kaznelson, P., Reiman, F. und Weiner, W. Achylische Chloranämie.
Klin. Wschr., No. 23, p. 1071. 1929.
45. Kögl und Haagen Smit, A. J. Über die Chemie des Wuchsstoffs.
Koninkl. Acad. v. Wetensch. te Amsterdam, Vol. 34, no. 10. 1931.
46. Küstner, H. Die biologische Wirkung von Strahlen verschiedener Wellenlängen.
Zbl. Gynäk., no. 41, p. 2986. 1931.
47. — Die Bedeutung der einzelnen Abschnitte des Spektrums für Wachstum und Entwicklung im Pflanzen- und Tierreich.
Mschr. Geburtshilfe u. Gynäk., Bd. 90, p. 163. 1932.
48. Kurbatov, V. I. und Glückman, S. A. Materials to the question of Seedstimulation.
Bull. Appl. Bot., Leningrad 23, no. 2, p. 155. 1929/'30.
49. Lehenbauer, P. A. Growth of maise seedlings in relation of temperature.
Physiol. Res. I, p. 247. 1914.
50. Leicher, H. Weitere Beiträge zur Serodiagnostik der Otosklerose und ihre Bedeutung zur Geschwulstforschung.
Münch. Med. Wschr., Vol. 19, p. 762. 1925.
51. Leitch, I. Some experiments of the influence of temperature on the rate of growth in Pisum sativum.

Ann. of Bot., Vol. XXX, Jan. 1916.
52. Levingston, B. E. Further studies on the properties of unproductive soils.
U.S. Dep. Agr. Bur. of Soils, Bull. 36. 1907.
53. Lilienfeld, M. Über den Chemotropismus der Wurzel.
Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., Bd. 23, p. 91. 1905.
54. — Über den Chemotropismus der Wurzel.
Beih. z. Bot. Centralblatt, Bd. 19, p. 131. 1906.
55. Linsbauer, K. und Vouk, V. Zur Kenntnis des Heliotropismus der Wurzeln.
Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., Bd. 27, p. 151. 1909.
56. Looney, J. M. Americ. Journ. Psychiatrie, Vol. 14, p. 29. 1924.
57. Looney, J. M. and Macht, D. I. The relation between the undetermined Nitrogen of the blood and its toxicity to Lupinus albus seedlings.
Journ. Biol. Chem., Vol. 63, p. 60. 1925.
58. Lundegårdh, H. Über die Permeabilität der Wurzelspitzen von Vicia Faba unter verschiedener äusseren Bedingungen.
Kungl. Svenska Vet. Akad. Handl., Bd. 47, p. 254. 1912.
59. Macht, D. I. A phyto-pharmacological study of some isomers.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 20, p. 35. 1922.
60. Macht, D. I. A study of the toxin of Pernicious anaemia.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 23, p. 209. 1925/'26.
61. — A phyto-pharmacological study of pernicious anaemia.
Journ. of Pharmac. and Exp. Therap., Vol. 29, p. 461. 1926.
62. — A phyto-pharmacological Examination of Hemophylic Blood.
Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., Vol. 24, p. 649. 1926/'27.
63. — Studien über das Gift der perniziösen Anämie.
Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm., Vol. 123, p. 290. 1927.
64. — The influence of Ultraviolet Irradiation of Menotoxin and pernicious Anaemia Toxin.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 24, p. 966. 1926/'27.

65. — Phytopharmacology; Effect of Ricin Capsicum and Cantharides on growth of Lupinus albus.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 25, p. 592. 1927/'28.

66. — Concerning the influence of polariced light on the growth of seedlings.
Journ. of Gen. Physiol., Vol. 10, p. 41. 1927.

67. — Pernicious anemia. An experimental contribution to the Etiology, Diagnosis and Treatment.
Journ. Americ. Med. Assoc., Vol. 89, p. 753. 1927.

68. — Phyto-pharmacological reaction of bloodserum from Leprosy, Tuberculosis and Syphilis.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 27, p. 150. 1929/'30.

69. Macht, D. I. and Anderson Jr., W. T. Clinical and Experimental studies on photo-therapy in pernicious anaemia.
Journ. of Pharmacol. and Exp. Therap., Vol. 34, p. 365. 1928.

70. Macht, D. I., Anderson, W. T. and Bell, F. K. The Penetration of Ultraviolet rays into live animal Tissues.
Journ. Americ. Med. Assoc., Vol. 90, p. 161. 1928.

71. Macht, D. I., Blackman, S. S. and Wigart, M. A new and delicat biological method of detecting carbon monoxide in blood.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 21, p. 287. 1924.

72. Macht, D. I., Blackman, S. S. and Kelly, E. B. An experimental contribution to the treatment of carbon monoxide poisoning.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 21, p. 289. 1924.

73. Macht, D. I. and Hill, E. C. The effect of ultraviolet ray, X-ray and radium radiation on the toxicity of normal blood.
Journ. Gen. Physiol., Vol. 6, p. 671. 1924.

74. Macht, D. I. and Hill, E. C. The effect of ultraviolet, X-ray and radium radiations on the phyto-pharmacological reactions of normal blood.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 21, p. 290. 1924.

75. Macht, D. I. and Hyndman, O. Effect of Menotoxin injections on behavior of rats in the maze.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 20, p. 208. 1925/'26.
76. Macht, D. I. and Leach, H. Phyto-pharmacological study of Puerperal bloods.
John Hopkins Hosp. Bulletin, Baltimore, Vol. 46, p. 225. 1930.
77. Macht, D. I. and Leach, H. P. Pharmacological studies of twentythree isomeric octyl alcohols.
Journ. Pharmacol. and Exp. Therap., Vol. 39, p. 71. 1930.
78. Macht, D. I. and Leach, H. Die Wirkung von polarisierten Licht auf Kokain.
Archiv f. Exper. Pathol. and Pharmakol., Bd. 146. 1929.
79. Macht, D. I. and Livingston, M. B. Effect of cocaine on the growth of Lupinus albus. A contribution to the comparative pharmacology of animal and plant protoplasm.
Journ. Gen. Physiol. 4, p. 573. 1922.
80. Macht, D. I. and Losee, J. R. Phyto-pharmacological study of Eclampsia.
John Hopkins Hosp. Bulletin, Baltimore, Vol. 46, p. 217. 1930.
81. Macht, D. I. and Lubin, D. S. A phyto-pharmacological study of some heart drugs.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol 20, p. 333. 1922/'23.
82. Macht, D. I. and Lubin, D. S. A phyto-pharmacological study of a menotoxin or menstrual toxin.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 20, p. 265. 1922/'23.
83. Macht, D. I. and Lubin, D. S. A phyto-pharmacological study of menstruel toxin.
Journ. of Pharmac. and Exp. therap., Vol. 22, p. 413. 1924.
84. Macht, D. I. and Pels, I. Demonstration of a Toxin in cases of Pemphigus.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 25, p. 237. 1927/'28.
85. Macht, D. I. and Teagarden, E. J. The effect of ultraviolet rays on rats in the circular maze.
Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., Vol. 20, p. 287. 1922/'23.

86. Mashaupt, J. G. Reaktionsveränderungen des Bodems beim Wachstum gedüngter Pflanzen.
Verslag Landbouwkund. Onderz. Rijkslandbouw-proefstation, p. 50. 1911.
87. Medvei, C. V. Zur Frage des Blutcholesterins bei Arteriellem Hochdruck.
Klin. Wschr. no. 10, p. 414. 1932.
88. Meurer, R. Über die regulatorische Aufnahme anorganische Stoffe durch Wurzeln von Beta vulgaris und Daucus carota.
Jahrb. f. wiss. B. of., Bd. 46, p. 503. 1909.
89. Mevius, W. Weitere Beiträge zum Problem des Wurzelwachstums.
Pringsheim Jahrb. Bd. 69, p. 119. 1928.
90. Middleton, N. I. The effect of Ionized Air on the Rate of Respiration of Barley seedlings.
Ann. of Bot., Bd. 41, p. 345. 1927.
91. Milders, H. D. E. Over ionenverhoudingen in het lichaam, in het bijzonder bij lijders aan maagzweer.
Dissertatie, Utrecht. 1930.
92. Miller, E. C. A physiological study of the germination of Helianthus.
Ann. of Bot., Bd. 24, p. 693. 1910.
93. Much, H. Strahlende Energie und Lipoide.
Münch. Med. Wschr., no. 45, p. 1909. 1927.
94. Much, H. Strahlende Energie und Lipoide.
Münch. Med. Wschr., no. 48, p. 2039. 1928.
95. — Die Pflanze als Lebewezen und biologische Experiment mit ihr.
Acta Med. Scandinavica, Vol. 75, fasc. V-VI. 1931.
96. Müller, N. J. C. Die Wachsthumserscheinungen der Wurzel.
Bot. Zeitung, Bd. 29, p. 693. 1871.
97. Münter, J. Beobachtungen über das Wachstum verschiedener Pflanzentheile.
Bot. Zeitung, Bd. I, p. 69. 1843.
98. Mulder, Cl. Bijdragen tot de Natuurkundige Weten-

schappen, verzameld door van Hall, Vrolik en Mulder. 4e deel, p. 250 en p. 420. 1829.

99. Newcombe and Rhodes. Chemotropism of roots. The Botan. Gazette, Vol. 37. 1904.

100. Niklewski, Br. Über den Austritt von Calcium- und Magnesiumionen aus der Pflanzenzelle. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 27, p. 224. 1909.

101. Niklewski, Br., Krause, A. and Lemanczyk, K. Zur Kenntnis der Aufnahmemechanik der Mineralbestandteile durch die Wurzeln der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 69, p. 101. 1928.

102. Nolen, W. Chlorosis chronica tarda cum Achylia gastrica. Geneesk. Bladen, Reeks 24, p. 325. 1925.

103. Ohlert. Einige Bemerkungen über die Wurzelzasern der höheren Pflanzen. Linnaea, 11, p. 615. 1837.

104. Paál, A. Über phototrophische Reizleitungen. Ber. Dtsch. Bot. Ges., Bd. 32, p. 499. 1914.

105. — Über phototrophische Reizleitung. Jahrbuch f. wiss. Bot., Bd. 58, p. 406. 1919.

106. Pantanelli, E. Über Ionenaufnahme. Jahrbuch f. wiss. Bot., Bd. 56, p. 689. 1915.

107. Pearsall, W. H. Hydrogen-ion concentration and growth. Science Progress 77, p. 58. 1925.

108. Pfeffer, W. Pflanzenphysiologie, 2e Auflage. 1904.

109. Ploss, H. und Bartels, P. Das Weib. Verslag Grieben, zehnte Auflage, Leipzig, p. 493. 1913.

110. Popovici, A. P. Der Einfluss der Vegetationsbedingungen auf die Länge der Wachsenden Zone. Botan. Zentralbl., Bd. 81, p. 87. 1900.

111. Porodko, Th. M. Über den Chemotropismus der Pflanzenwurzeln. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 49, p. 307. 1911.

112. — Untersuchungen über der Chemotropismus der Pflanzenwurzeln.

Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 64, p. 460. 1925.

113. — Ein eigenartiger Wachstumsmodus der Hauptwurzeln bei Lupinus albus.
Planta, Arch. f. wiss. Bot., Bd. 4, H. 5, p. 710. 1927.

114. — Neue Längenwachstumtypen der Hauptwurzeln.
Planta, Arch. f. wiss. Bot., Bd. 6, H. 2, p. 234. 1928.

115. — Die Ursachen des anormalen Längenwachstums der Hauptwurzeln.
Planta, Arch. f. wiss. Bot., Bd. 8, H. 4. 1929.

116. Pouget, I et Chouchak, O. Influence de la concentration des solutions de substances nutritives sur leur absorption par le végétaux.
Compt. rend. Ac. Sc., Paris, LIX, p. 1709. 1912.

117. Rea, M. W. and Small, J. The H.i.c. of plant juices.
Soil Science 9, p. 341. 1920.

118. Reifenberg, A. und Frankenthal, L. Über den Einfluss von Phosphätlosungen verschiedener Wasserstoffionenkonzentration auf Samen.
Bioch. Ztschr., Bd. 220, p. 473. 1930.

119. Rothert, W. Über Heliotropismus.
Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanze, Bd. VII. 1893.

120. Sabinin, D. A. Das Wurzelsystem als osmotischer Apparat. 1925.
a. Ossipowa, A. M. u. Jujerewa, M. W.
Über die Exosmose von Sulfat- und Phosphationen aus der Wurzeln. 1926.
b. Tuerva, O. F.
Über die Exosmose von Kationen aus der Wurzeln. 1926.
c. Kolotova, S.
Einige Beobachtungen über den Einfluss des Mediums auf den Eintritt von Aschensubstanzen in die Pflanze unter Bedingungen der Wasserkultur. 1927.
Bull. de l'Institut des récherches biologiques à l'Université de Perm.

121. Sachs, J. Die Abhängigkeit der Keimung von der Temperatur.

Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 2, p. 338. 1860.
122. — Über den Einfluss der Lufttemperatur und des Tageslichts auf die stündlichen und täglichen Änderungen des Längenwachstums (Streckung) der Internodiën.
Arb. d. Bot. Inst., Würzburg II. 1872.
123. — Über das Wachstum der Haupt- und Nebenwurzeln.
Arb. d. Bot. Inst., Würzburg, Bd. I. 1874.
124. Salter, R. B. L. and Mc. Ilvaine, F. C. Effect of the reaction of the solution on germination of seeds.
Journ. Agric. Res., Bd. 19, p. 73. 1920.
125. Scarth, G. W. The toxic action of distilled water and its antagonism by action.
Trans. Roy. Soc. Canada III, p. 18. 1924.
126. Schick, W. Das Menstruationsgift.
Wien. Kl. Wschr., Bd. 33 I, p. 395. 1920.
127. Shive, J. W. A study of physiological balance in nutricient media.
Physiol. Researches, 1, p. 327. 1915.
128. Simons, S. V. Untersuchungen über den Autotropischen Ausgleich geotropischer und mechanischer Krummungen der Wurzeln.
Pringsheim Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 51, p. 81. 1912.
129. Small, J. Hydrogen-ion concentration in plantcells and tissues.
Protoplasma monographien, 2 Bd. 1929.
130. Stern, M. Wachstumhemmung von Lupinen in Otosklerose Serum.
Münch. Med. Wschr. I, p. 101. 1926.
131. Stiles, W. The absorption of salts by storage tissues.
Ann. of Bot., Bd. 38, p. 617. 1924.
132. Stoklasa, J. Über die Resorption des Aluminium-Ions durch das Wurzelsystem der Pflanzen.
Bioch. Ztschr., Bd. 128, p. 35. 1922.
133. Szücs, J. Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen.
Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 52, p. 85, 269. 1913.
134. Talma, E. G. C. Het verband tusschen de temperatuur

en den lengtegroei van wortels van Lepidium sativum. Dissertatie, Utrecht. 1917.

135. True, R. H. Harmful action of distilled water. Americ. Journ. of Bot., Bd. I, p. 225. 1914.

136. True, R. H. and Bartlett, H. H. Absorption and excretion of salts by roots as influenced by concentration and composition of culture solutions I. Concentration regulations of dilute solutions of calcium and magnesium nitrate to pea roots. U. S. Dept. Agric. Bur. Plant Ind. Bull. CCXXXI, p.l. 1912.

137. Tscherkes, L. A. and Goldstein, G. Phytotoxisches Phänomen bei Anaemia perniciosa und sein Verhalten während der Lebertherapie. Dtsch. Med. Wschr., Bd. 55, p. 434. 1929.

138. Upjohn Love Barnett, Isaacs, R., Gustafson, F. G. The effects of serum from normal and from anemic persons on the growth of seedlings. Arch. of Intern. Med., Vol. 42, p. 909. 1928.

139. Uloth. Über die Keimung von Pflanzensamen in Eis. Flora, Bd. 54, p. 185. 1871.

140. Vedder, A. Experimenteele en critische bijdragen tot de Pathogenese en Therapie van de ziekte van Addison-Biermer (Pernicieuze Anaemie). Dissertatie, Amsterdam. 1929.

141. Verbeek, A. G. M. Over den Diabète Bronzé. Dissertatie, Utrecht. 1931.

142. de Vries, H. De invloed der temperatuur op de levensverschijnselen der planten. Dissertatie, 's-Gravenhage. 1870.

143. — Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung. Opera e periodicis collata 1. 1877.

144. Wachstein, M. Untersuchungen verschiedener Sera mit der „Phytopharmacologischen Methode" von Macht. Ztschr. exp. Med., Bd. 65, p. 450. 1929.

145. Waugh, Th. R. Hypochromic anemia with achlorhydria.

Arch. of Intern. Med., Vol. 47, p. 71. 1931.
146. W e n t, F. A. F. C. Leerboek der algemeene plantkunde, 2e dr. 1930.
147. W e n t, F. W. Wuchsstoff und Wachstum. Dissertatie, Utrecht. 1927.
148. W i g a n d, A. Botanische Untersuchungen. Braunschweig, p. 159. 1854.
149. W i t t s, L. J. Achlorhydria and Anaemia. Practitioner, 124, p. 348. 1930.
150. Y a m a t a. Experimentel-zytologische Beiträge I und II. Journ. Fac. of Scienc. Imp. Univ. Tokyo, Sect. III, p. 2. 1927.

J. 7865.

INHOUD.

Inleiding 1

Hoofdstuk I

A. **Onderzoekingen van Macht** 3
B. **Onderzoekingen van anderen met de phytopharmacologische methode volgens Macht** 16

Hoofdstuk II

Groei van wortels.

Lengtegroei. Invloed van de temperatuur. Invloed van het licht. Waterstofionen concentratie en groei. Voedingsoplossingen. Lengtegroei in aqua destillata. Groeizône bij Lupinus albus L. Groeikromming. Groeiverdikking. Het weeken der zaden. Vochtigheidsgraad der kweekbedden 26

Hoofdstuk III

Methodiek 56

Hoofdstuk IV

Eigen onderzoek.

A. Groeizône. Groeikrommen. Bepaling der waterstofionenconcentratie. Proeven over lengtegroei. Groei in voedingsmedia. Groei in oplossingen van verschillende scheikundige stoffen 64
B. Proeven met sera.
1. Inleidende proeven 86
2. Proeven in aqua monodestillata, met wortels van 40—60 m.M.
a. Gezonden 90
b. Zieken 92
3. Proeven in de oplossing van Shive, met wortels van 20—40 m.M. lengte.
a. Gezonden 104
b. Zieken 106

Hoofdstuk V

Proeven met andere planten 124

Hoofdstuk VI

Over de oorzaak der door het serum uitgeoefende remming 128

Samenvatting en conclusies 133

Literatuur 134

STELLINGEN.

I

Van klinisch, zoowel als van epidemiologisch standpunt is het gewenscht bij Salmonella infectie den gevonden stam nader te differentieeren.

II

Het voorkomen van veranderingen van ontstekingachtigen aard in het bindweefsel om een cholesteatoom der onderkaak, is geen argument tegen de verdeeling in primaire en secundaire cholesteatomen.

A. W. Rywkind. Virchow's Arch. f. Path. An. u. Phys. Bd. 283. H. I. 1932.

III

Het kweeken van tuberkelbacillen uit het bloed volgens Löwenstein is geen belangrijk hulpmiddel bij het diagnostiseeren der verschillende vormen van huidtuberculose.

O Grimm. Derm. Wschr. Bd. 94. p. 584. 1932.

IV

Leverresistente gevallen bij pernicieuse anaemie zijn veel zeldzamer dan men uit de literatuur vermeent te mogen besluiten.

V

De cobaltlamp van Rössler is niet geschikt als klinische methode voor het bepalen der refractie.

VI

Opwekken van abortus arte provocatus door middel van interruptine is af te keuren.

VII

Bij sommige vormen van bronchostenose kan de diagnose slechts door bronchoscopie gesteld worden.

E. Huizinga. Acta Oto-Laryngol. vol. 16. Fasc. I. '31.

VIII

Bij epididymitis tuberculosa verrichte men epididymectomie.

1722459 UR

Rijksasyls voor Psychopaten
te Avereest,

