TOEPASSINGEN VAN SYNTHETISCHE GROEISTOFFEN

door

Dr H. A. A. VAN DER LEK.

(Voordracht, gehouden op den 16den Wetenschappelijken Boschbouwcursus te Wageningen op 10 October 1942.)

(Vervolg en slot)

De toepassingen dan zijn eerst mogelijk geworden toen het bleek, dat sommige stoffen met krachtige groeistofwerking betrekkelijk goedkoop kunstmatig, dus langs synthetischen weg, te verkrijgen waren. Wel had men reeds eerder, toen het gebleken was, dat uit verschillende organische stoffen (polliënmateriaal, urine, speeksel, enz.) extracten met groeistofwerking, speciaal met wortelvorming-stimuleerende werking, verkregen kunnen worden, aan de mogelijkheid van toepassing gedacht. Maar het is wel duidelijk, dat daarbij òf het uitgangsmateriaal te kostbaar was, òf wel het gehalte aan actieve stoffen te wisselend.

Daar komt nog iets anders bij, De eerste onderzoekers, zooals L a i b a c h en zijn leerlingen, stonden aanvankelijk nog geheel onder invloed van de polariteitstheorie, volgens welke de groeistoffen uitsluitend in basale richting getransporteerd zouden worden. Dit brengt mede, dat, wanneer men planten groeistof wil doen opnemen, deze apicaal moet toegediend worden. Daarom verwerkte men de groeistoffen in een pasta (meestal met wolvet), die dan apicaal, bijv. hier en daar aan den stengel, werd aangebracht, al of niet na verwonding.

Eerst toen de Amerikanen met een stouten greep synthetische groeistoffen in water oplosten en deze oplossingen met den transpiratiestroom lieten meevoeren, dus thans in tegengestelde richting, is er schot in de zaak gekomen.

Over de groeistoffen, die gebruikt worden, slechts enkele woorden ter opfrissching van Uw geheugen :

Nadat het aan K ö g l c.s. gelukt was uit urine auxine af te zonderen en de structuur er van vast te stellen, speelde hem een gelukkig toeval nog een andere groeistof in handen, die eveneens in urine voorkomt en in abnormale gevallen in betrekkelijk groote hoeveelheden, de stof, die aanvankelijk „hetero-auxine", d.i. een andere auxine, genoemd werd.

Dit was daarom zoo gelukkig, omdat de afscheiding van auxine uit urine een hoogst bewerkelijk, dus kostbaar procedé is, terwijl de synthese van die stof — voor zoover mij be-

kend — nog in het geheel niet is uitgevoerd. Met de heteroauxine ligt de zaak anders. Toen hiervan de structuur was vastgesteld (het bleek β-indolylazijnzuur te zijn) kwamen er twee verrassende feiten aan het licht:

1. dat deze stof een geheel andere structuur heeft dan de reeds bekende auxine a en b;
2. dat de stof reeds lang aan de scheikundigen bekend was: reeds in 1925 hadden Japansche chemici de synthese er van uitgevoerd en deze is betrekkelijk eenvoudig, m.a.w. niet al te kostbaar.

Het is wel merkwaardig te bedenken, dat zoo'n stof jaren lang tusschen honderden andere in de chemicaliënkast kan staan, zonder dat men eenig vermoeden heeft van de hoogst merkwaardige physiologische eigenschappen.

Dit nu is de aanleiding geweest, dat men vele andere stoffen op die eigenschappen is gaan toetsen. In de eerste plaats waren dit stoffen met de indolylkern, dus indolylazijnzuur, dan zouten daarvan, kalium en natrum-indolylacetaat. En voorts andere zuren van deze reeks. Zoo bleek bijv. het β-indolylboterzuur, vooral wat de wortelvorming betreft, zeer krachtig te werken. Dit zuur is dan ook in verschillende Amerikaansche groeistof-praeparaten verwerkt.

In de tweede plaats heeft men nagegaan of het mogelijk was de indolylkern te vervangen door de naphtylkern. Inderdaad bleek ook bv. het α-naphtylazijnzuur en zijn zouten zeer krachtig op de planten in te werken.

Hetzelfde geldt voor de zouten hiervan en ook voor andere zuren van deze reeks. In hoeverre deze stoffen, die zoo sterk op de levensprocessen der planten kunnen ingrijpen, ook van nature in de planten voorkomen, is nog hoogst onzeker.

Het indolylazijnzuur is ook uit schimmels of uit substraten, waarop ze gekweekt werden, afgezonderd. Fransche onderzoekers hebben voor eenigen tijd gemeend het voorkomen van β-indolylazijnzuur en α-naphtylazijnzuur in hoogere planten te kunnen aantoonen. Of dit door latere onderzoekers bevestigd is, is mij niet bekend. Wat het indolylazijnzuur betreft, is dit niet zoo onwaarschijnlijk, aangezien men het zich gemakkelijk uit tryptophaan ontstaan kan denken.

Trachten wij ons nu een overzicht te verschaffen van de toepassingen (waaronder ik dan voorloopig zoowel die, welke reeds in de practijk ingang hebben gevonden, als ook min of meer geslaagde pogingen samenvat), dan kunnen we in hoofdzaak *drie wijzen van toepassing* onderscheiden:

1. Het bespuiten van intacte planten met waterige groeistofoplossingen (bijv. 1 : 100.000). Dit wordt o.a. toegepast bij de bestrijding van zgn. „laten val" (pre-harvest drop) van fruit. Ik heb dit reeds met een enkel woord genoemd. De methode werd in de U.S. op schitterende wijze uitgewerkt en het procédé vindt snel ingang.

Voor den boschbouw is dit onderwerp wel zonder belang, evenals dat van de opwekking van kunstmatige parthenocarpie, wat trouwens vooralsnog ook voor den tuinbouw niet veel heeft opgeleverd.

2. Het doen opzuigen door afgesneden plantendeelen van waterige groeistofoplossingen, de reeds genoemde methode, die vooral door de onderzoekers van het Boyce Thompson Institute te New-York werd uitgewerkt en die in hoofdzaak bij het stekken wordt toegepast.

3. Het in aanraking brengen van plantendeelen (wortels, ook zaden) met poeders, meestal talkpoeders, waardoor een zekere hoeveelheid uiterst fijn verdeelde groeistof, in kristallijnen toestand, gemengd is.

Het bespuiten met waterige oplossingen is, behalve bij de bestrijding van den laten val, waarbij vooral het naphtylazijnzuur werkzaam bleek, ook wel bij de enting (speciaal van druiven)toegepast. Ook dit onderwerp, de zgn. „veredeling" door enting of oculatie, zal, naar ik vermoed, den boschbouwkundigen weinig interesseeren. Deze methode zal dan ook niet meer ter sprake komen. Daarentegen zal ik de beide andere methoden nog vaak moeten noemen en ik zal ze dan aanduiden als : natte of wel opzuigmethode,
droge of wel poedermethode.

Voor de practijk is tot dusver vóór alles *de tot wortelvorming stimuleerende werking* van de groeistoffen van belang. Men heeft het toegepast in die gevallen, waarin het er om gaat de regeneratieve wortelvorming te bevorderen, d.i. bij het stekken en bij het verplanten. Het is, voor zoover ik zie, alleen hier, dat zich in de naaste toekomst wellicht ook voor den boschbouw perspectieven openen en ik wil dan ook alleen deze onderwerpen iets uitvoeriger met U bespreken.

Een onderwerp van groote theoretische beteekenis en dat ook mettertijd wellicht voor land- en tuinbouw zeer belangrijk kan worden, is *de behandeling van zaden,* teneinde de ontwikkeling der planten te bevorderen en de opbrengst te vergrooten.

Wij staan echter hierbij nog geheel in het begin ; van toepassing is ook in land- en tuinbouw eigenlijk nog geen sprake. Aangezien echter het zaaien, naar ik meen, ook in den boschbouw een groote rol speelt, hetzij bij de cultuur van het plantmateriaal in de kweekerij, hetzij direct ter plaatse, meen ik goed te doen U een, zoo beknopt mogelijk, denkbeeld te geven van den stand van het onderzoek.

Bij de behandeling van zaden heeft men zoowel den drogen als den natten weg bewandeld. De Rus C h o l o d n y (1936) heeft zaden gedurende 24 uur in oplossingen van indolylazijnzuur laten weeken. Deze onderzoeker, en evenzoo eenige latere, ging daarbij uit van het denkbeeld, dat het binnen brengen van een zeker surplus van een groeihormon in de

weefsels van het embryo, dat zich begint te ontwikkelen op de geheele verdere ontwikkeling van de plant invloed kán uitoefenen, waardoor de ontwikkeling versneld en de opbrengst verhoogd kán worden. Hij spreekt van een „intensificatie", die zou herinneren aan de jarowisatie, een verschijnsel, dat, zooals bekend is, eveneens het eerst in Rusland bestudeerd is. Het valt echter niet te ontkennen, dat de experimenteele feiten, die Cholodny aanvoert, uiterst zwak zijn. En ook de proefnemingen van anderen zijn tot dusver over het geheel weinig overtuigend. Er is met dit onderwerp al heel wat gewerkt en geschreven, maar er is nog weinig overeenstemming in de resultaten. Men krijgt den indruk, dat de beste en uitvoerigste onderzoekingen negatieve uitkomsten hebben opgeleverd, zoo bv. die van Miss Barton en van Youden, die in 1940 gepubliceerd zijn in de "Contributions from Boyce Thompson Institute" en die van Emmerich (1941).

Anderen, zooals Amlong en Naundorf, hebben in sommige gevallen positieve, zelfs verbluffende resultaten gekregen, die ook — wat de behandeling van bietenzaad betreft — reeds tot een octrooi geleid hebben. Velen staan hier echter zeer sceptisch tegenover, zoo bv. Boonstra, die sommige proeven van Amlong en Naundorf nauwkeurig heeft nagewerkt en volkomen afwijkende, negatieve resultaten verkreeg. Men zou dus geneigd zijn het onderwerp als belangloos voor de practijk ter zijde te schuiven, ware het niet, dat sommige onderzoekers van goeden huize toch tot voorzichtigheid manen. Ik noem hier bv. een onderzoek van Thimann en Lane (1938). Thimann, is thans hoogleeraar aan de Harvard University en zijn naam als onderzoeker op groeistofgebied heeft een goeden klank. Het genoemde artikel handelt over de nawerkingen van de behandeling van zaad (hoofdz. granen, haver, tarwe) en het toont m.i. duidelijk, dat zulke nawerkingen toch vrij belangrijk kunnen zijn.

De cijfers van Thimann en Lane — waarmede ik U niet lastig zal vallen — toonen, dat behandeling van de korrels met indolylazijnzuuroplossingen verhooging van het kiempercentage, van de hoogte der planten en van het stroogewicht tengevolge kan hebben. In andere proeven werd een geringe versnelling van de vegetatieve ontwikkeling, iets vroegere bloei en vooral krachtigere ontwikkeling van het wortelstelsel en van de aren geconstateerd. Thimann en Lane voelen weinig voor de opvatting, dat wij hierbij met een diep ingrijpende, aan de jarowisatie herinnerende werking van de groeistof te doen zouden hebben. Zij zeggen naar aanleiding van hun proeven : „De voornaamste werking van het auxine is klaarblijkelijk die op den vegetatieven groei ; dit is in overeenstemming met alles wat wij van de auxine-

werkzaamheid weten. Wij zagen, dat, als de plantjes 7 à 8 dagen oud zijn, de wortels van de behandelde exemplaren langer en talrijker zijn dan die van de contrôles. Aangezien nu de groei van de planten, vooral in de beginstadia, afhankelijk is van de beschikbare hoeveelheid water, zal de toename van het absorbeerend oppervlak een groeiversnelling kunnen veroorzaken. Planten met grootere wortelstelsels zullen dus de onbehandelde vóór komen en ze zullen dit in het algemeen ook blijven. Uit de tabel blijkt, dat ook bij de volwassen planten de wortelstelsels van de behandelde sterker ontwikkeld zijn dan die van de contrôles. De versnelde groei, veroorzaakt door de auxine, kan dus zeer goed alleen toe te schrijven zijn aan de krachtigere ontwikkeling van het wortelstelsel, ofschoon bijkomstige factoren niet uitgesloten zijn."

Tot zoover Thimann en Lane. Het komt me voor, dat wij ons voorloopig met deze conclusie wel kunnen vereenigen. De beschreven verschijnselen laten zich dan onder een gezichtspunt brengen met dat, wat wij zelf waarnamen bij de beworteling van stekken. Hier bepaalt de gunstige werking zich veelal niet tot een verhooging van het slagingspercentage èn tot een versnelling van de beworteling. Maar ook de ontwikkeling van den stengel is vaak veel krachtiger en sneller dan van zonder behandeling bewortelde stekken. Dit laatste is ongetwijfeld een secundair verschijnsel, een gevolg van de krachtiger beworteling.

Op deze wijze zijn misschien ook de zoo uiteenloopende resultaten van verschillende onderzoekers te verklaren. Want het is m.i. wel duidelijk, dat de vraag, of een aanvankelijk kleine voorsprong al of niet behouden blijft, grooter wordt of verdwijnt of onder bepaalde omstandigheden misschien zelfs in achterstand zal omslaan, bepaald wordt door tal van bijkomstige factoren, die van geval tot geval verschillend kunnen zijn.

Behandeling van zaden met groeistoffen, hetzij langs den natten, hetzij langs den drogen weg, zijn practisch zeer goed op groote schaal uitvoerbaar en zij zullen, indien de resultaten loonend mochten blijken, in den landbouw even goed ingang vinden als de ontsmetting van zaaizaad. In den boschbouw is uit den aard der zaak van een opbrengstvermeerdering (zooals bij granen of bieten) geen sprake; hier zou alleen een verhooging van het kiempercentage en een krachtigere ontwikkeling het doel kunnen zijn van de behandeling. Of dit nu ook direct in den boschbouw zelf op zijn plaats zal zijn, is m.i. te betwijfelen. Wellicht echter is het onderwerp van belang voor de telers van plantgoed en voorts voor hen, die zich met kweek- en selectiewerk in verband met den boschbouw bezig houden.

Ik wil in dit verband zeer in het kort nog iets vermelden, wat m.i. eveneens in de toekomst misschien van belang kan

worden: Grace, een Canadeesch chemicus, heeft in de laatste jaren aangetoond, dat de schadelijke nevenwerking, die soms bij de behandeling van zaadgoed met ontsmettingsmiddelen (fungiciden), bv. formaldehyde of kwikpraeparaten, optreedt, in hooge mate gecorrigeerd kan worden door een gelijktijdige groeistofbehandeling, m.a.w. door toevoeging van een zekere hoeveelheid groeistof aan den ontsmetter. Teneinde U een concreet voorbeeld te geven, toon ik U eenige cijfers uit zijn publicatie van 1938, in de Canadian Journal of Research verschenen. Onderstaande tabel toont hoe de kiem-

TABEL 1.

Invloed van behandelingen met formaldehyde en formaldehyde-groeistof op de ontkieming en het drooggewicht van tarwe, uitgezaaid in grond.

Behandeling	Concentr. v.d. groeistof (deelen per milioen)	Kiemingspercentage en drooggewicht van planten uit 50 zaden van tarwerassen						
		Garnet		Mindum		Reward.		No. 5' 35
		%	gr.	%	gr.	%	gr.	%
Contrôle		99	0.89	82	1.05	95	1.14	82
Formaldehyde		74	0.47	63	0.74	65	0.57	30
Formaldehyde + naphtylazijnz.	0.01	74	0.61	80	1.05	94	1.01	—
	0.1	87	0.71	77	1.12	93	0.96	70
	1.0	80	0.60	75	0.92	93	0.90	78
	3.0	75	0.60	83	1.09	88	0.86	—
Formaldehyde + indolylazijnz.	0.01	75	0.65	69	0.93	91	1.05	—
	0.1	80	0.64	82	1.10	92	1.01	74
	1	92	0.83	72	0.99	96	0.95	88
	3.0	95	0.81	67	0.89	90	1.02	—

percentages, die door de formaldehyde-behandeling daalden (soms vrij sterk, zie bijv. no. 5), door een toevoeging van groeistof aan de formaldehyde-oplossing weer op de oorspronkelijke hoogte komen. Tevens hoe de drooggewichten der plantjes (2 à 3 weken oud) daarmede ongeveer parallel gaan.

Het bleek, dat ook bij andere zaadbehandelingen, bijv. met kwikpraeparaten of met warm water, hetzelfde viel waar te nemen.

Deze waarnemingen van Grace worden bevestigd door een recent en zeer uitgebreid onderzoek van Croxall and Ogilvie met erwten (Research Station Long Ashton) geplubliceerd in the Journal of Pomology and Horticultural Science (1940). Ook deze schrijvers komen tot de conclusie, dat de *behandeling van zaden met droge, groeistofbevattende fungiciden* vermoedelijk een groote toekomst heeft. In het algemeen werd in hun proeven de vegetatieve ontwikkeling daardoor gestimuleerd. Van belang is vooral, dat ook in die gevallen, dat de ontsmetter (alleen) geen schade veroorzaakt, evenzeer betere resultaten verkregen werden door toevoeging van groeistof. Zaaide men de erwten in grond, die zwaar

besmet was met „damping off" schimmels, dan verkreeg men een hooger kiemingspercentage dan met ontsmetter alleen. In eenige veldproeven, waarbij de zaden, die droog ontsmet waren, hoogere opbrengsten gaven dan niet ontsmette, ging de opbrengst door groeistoftoevoeging nog omhoog. De waarde van de groeistof alleen blijkt uit het feit, dat in al de proeven, waarin zuiver talkpoeder (dus zonder ontsmetter) als drager van de groeistof gebezigd werd, hoogere opbrengsten verkregen werden bij het gebruik van groeistofhoudend talkpoeder dan van talk alleen.

Van de 21 tabellen uit het artikel wil ik er hier één weergeven :

TABEL 2.

Kiemingspercentage van in ongesteriliseerden grond gezaaide erwten.

Behandeling	Early Bird	Lincola
Contrôle	66	24
Fungicide (Kwikpraep.)	82	52
Kwikpraep. + n.a.z. 5	86	76
idem + n.a.z. 10	90	82
idem + i.b.z. 5	88	70
idem + i.b.z. 10	80	74

De groeistof (α-naphtylazijnzuur of β-indolylboterzuur) is hier aangegeven in deelen per millioen deelen poeder.

Deze tabel toont, dat de kiemingspercentage door den ontsmetter alleen belangrijk omhoog gingen, maar dat toevoeging van groeistof deze stijging nog deed toenemen.

Ik stap hiermede van de zaadbehandeling af. Ik erken onmiddellijk, dat de hier medegedeelde feiten nog geen direct verband met boschbouwkundige vraagstukken houden. Aangezien zij echter betrekking hebben op zulke uiteenloopende zaden als die van granen (eig. vruchten) en van erwten, wordt het waarschijnlijk, dat zij zullen blijken van algemeene beteekenis te zijn ; dientengevolge kunnen zij wellicht ook voor den boschbouw, waar het zaaien zooveel toepassing begint te vinden, van beteekenis worden. U zult dit dus willen nemen voor wat het is : suggesties van een botanicus, die zich op glad ijs waagt en ook niet meer dan dat.

Ik kom dan thans tot de *regeneratieve wortelvorming*. Hierbij is de toepassing van groeistoffen bij de vegetatieve vermeerdering door stekken verreweg het belangrijkste.

Daarnaast begint men de laatste jaren ook te experimenteeren over toepassing bij het verplanten, zoowel van kruidachtige gewassen (tomaat) als van heesters en boomen. Bij het verplanten wordt het wortelstelsel steeds min of meer beschadigd. Stimulatie van de wortelvorming ligt dus voor de hand. Dit is dan ook in Amerika door eenige onderzoekers beproefd. Zoo vinden wij in het jaarverslag 1936—'37 van

het Ohio Agricultural Research Station zeer in het kort proeven vermeld, waarbij jonge boompjes, verschillende loofhoutsoorten (iepen, eiken, eschdoorns), met groeistofoplossingen behandeld werden, waarbij na drie maanden een duidelijke bevordering van den nieuwen wortelgroei te constateeren geweest zou zijn. *Pinus Strobus* en *Picea excelsa* gaven negatieve resultaten. Sterke stimulatie van de wortelontwikkeling veroorzaakte ook het binden van in indolylboterzuur-oplossing gedrenkt sphagnum om de stompen van de wortels (iep, eik). Zoolang ons echter geen uitvoeriger verslagen van deze proeven ter beschikking staan, kunnen wij ons over de waarde van deze gegevens geen oordeel vormen.

Ook Mej. E. Krijthe en ik hebben eenige proeven loopen met vruchtboomen en met jonge planten van *Pseudotsuga Douglasii*, waarvoor dr Van Vloten ons plantmateriaal en grond welwillend ter beschikking stelde.

Het komt me voor, dat dit onderwerp niet geheel van belang ontbloot is. Toch zal ik er niet lang bij stil blijven staan, want de resultaten van de onderzoekingen zijn nog schaars en niet eensluidend. De uitkomst van onze eigen proeven moeten wij nog afwachten. Wij pasten daarbij zoowel de natte als de droge behandeling toe. In het eerste geval wordt het wortelstelsel gedurende zekeren tijd in een groeistofoplossing geplaatst, in het tweede wordt het met groeistofhoudend talkpoeder bestrooid. Of deze behandelingen, die in den tuinbouw nog wel loonend kunnen zijn, ook op zoo groote schaal als de boschbouw dit vereischt, practisch uitvoerbaar zullen zijn, valt te betwijfelen. Zeker is dit niet het geval met de methode, die Smith en Romberg in 1939 publiceerden en die ik meer als curiosum even memoreer: Zij namen proeven met het verplanten van tienjarige exemplaren van den Amerikaanschen noot („Pecan-tree", *Carya pecan*), wat in het algemeen niet gemakkelijk schijnt te zijn. Zij boorden nu in de dikke wortels gaatjes en brachten daar houten tandenstokers in, die van te voren gedrenkt waren in alcoholische oplossingen van indolylboterzuur en vervolgens gedroogd. De hoeveelheid groeistof per tandenstoker, en dus ook de sterkte der behandeling, kan geregeld worden door de concentratie van de oplossing te wijzigen. Op deze wijze zouden zij goede resultaten bereikt hebben.

De *toepassing van groeistoffen ter bevordering van de wortelvorming van stekken* is de oudste en nog steeds wel de belangrijkste. Geïsoleerde stukken van hoogere planten vormen, indien zij tot regeneratie in staat zijn, bijna altijd het eerst wortels en meestal blijft het daar ook bij. Dit blijkt bv. duidelijk bij het stekken van bladeren: De bladeren van vele soorten, zelfs naalden van Coniferen, kan men tot bewortteling brengen, maar slechts bij ongeveer de helft dezer soorten worden ook knoppen gevormd.

Deze neiging tot wortelvorming kan nu krachtig gestimuleerd worden door groeistofbehandeling. In het wezen van dit verschijnsel zullen wij thans niet trachten door te dringen. U zult U herinneren, dat het Laibach reeds gelukte met ruwe groeistofpraeparaten (bv. uit urine of uit polliniën) wortelvorming op te wekken aan ontbladerde *Tradescantia*-stekjes. Dit heeft natuurlijk alleen theoretische beteekenis, want laat men de bladeren er aan, dan wortelen ze reeds vanzelf zeer gemakkelijk. Hetzelfde geldt voor al die proeven, waarbij men groeistofhoudende pasta's op stengelstukken bracht.

Een jaar of 6, 7 geleden toonden nu de onderzoekers van het Boyce Thompson Institute aan, dat men de synthetische groeistoffen, in water opgelost, ook met den transpiratiestroom door de wortels der planten of wel door afgesneden plantendeelen kan laten opzuigen, bijv. door ze bij potplanten op de wortels te gieten of door stekken er in te planten, iets wat men vroeger op theoretische gronden niet voor mogelijk had gehouden. Spoedig werd nu ook een eenvoudige, hierop berustende, methode uitgewerkt om de wortelvorming van stekken te stimuleeren.

Deze methode heeft spoedig sterk de aandacht getrokken. Ook in Europa en in de tropen heeft men deze werkwijze op tal van gewassen met meer of minder succes toegepast. Een lijst van zoodanige planten, die wij samenstelden, en die te vinden is in onze publicatie van 1940, bevat ± 700 soorten. De literatuurlijst hierin, afgesloten December 1940, telt ruim 80 publicaties. In onze in 1941 verschenen handleiding voor de practijk (No. 25 van de Mededeelingen van den Tuinbouwvoorlichtingsdienst) hebben wij van deze 700 soorten die opgenomen, waarvoor — naar onze meening — hier te lande of in de koloniën belangstelling zou kunnen bestaan en wij hebben daarbij de belangrijkste gegevens uit de literatuur er bij vermeld.

Verreweg de meeste in deze lijst genoemde planten zijn nog volgens de opzuigmethode behandeld. In de laatste jaren is er in Canada een ander procédé opgekomen, dat ik ook reeds bij de zaadbehandelingen genoemd heb, waarbij de groeistof innig vermengd wordt met een poedervormigen drager, meestal een fijne talk. Grace, die deze methode uitwerkte, meende, dat op deze wijze de groeistof meer geleidelijk ter beschikking van de stek zou komen en daardoor beter zou werken dan wanneer men deze, door opzuiging, in één keer in de stek brengt. Wij kunnen ons bij de technische details van beide methoden echter niet lang ophouden en evenmin zullen we de voor- en nadeelen van beide methoden tegen elkaar opwegen.

De poedermethode staat den practici over het geheel beter aan dan de opzuigmethode, omdat ze wat sneller en een-

voudiger lijkt dan deze laatste. Toch hebben ook sommige intelligente kweekers wel in de gaten, dat ze grover is en vaak minder betrouwbare resultaten geeft. Dit neemt niet weg, dat wij ook in onze proeven met de poedermethode meermalen verrassend goede resultaten hebben verkregen en dat ze in sommige gevallen te verkiezen is, bijv. bij planten, welker stekken een eenigszins langduriger staan in vloeistof niet goed verdragen, zooals bv. bij *Azalea* het geval schijnt schijnt te zijn. Ongetwijfeld hebben beide methoden naast elkaar recht van bestaan.

Wat nu de planten betreft, waarmede wij gewerkt hebben: Het spreekt vanzelf, dat wij, werkzaam aan een laboratorium voor tuinbouwkundige onderzoekingen, onze objecten in de eerste plaats gekozen hebben onder de tuinbouwgewassen, sommige kruidachtige (bijv. Anjer), doch meest houtachtige: sierheesters, vruchtboomen, onderstammen daarvan, enz. Ook met eenige Coniferen hebben wij ons bezig gehouden en ik zal ter verduidelijking van den aard van het werk er twee kiezen, die — naar ik hoop — toch niet al te ver buiten den kring van Uw belangstelling liggen, nl. *Taxus baccata* en een *Tsuga*-soort.

Bij deze laatste heeft helaas de nomenclatuur ons weder eens parten gespeeld. Wij hebben nl. in 1936 en 1937 gewerkt met materiaal, dat wij van een kweeker gekregen hebben onder den naam van *Tsuga heterophylla*, de naam, waaronder hij het zelf van een goede firma ontvangen had.

Wij waren daardoor in de veronderstelling, dat wij werkten met een plant, waarvoor ook in bosschbouwkringen belangstelling bestaat en ik heb deze, als paradepaardje voor deze gelegenheid, voor den dag gehaald. Eerst in de allerlaatste dagen, tijdens de bewerking van deze voordracht, is mij gebleken, dat wij niet met *Tsuga heterophylla* Sargent (of wel *Mertensiana* Carrière), maar met *Tsuga Pattoniana* (*Tsuga Mertensiana* Sargent) gewerkt hebben. Ik wil er dus hier den nadruk op leggen, dat alles, wat wij tot nu toe gepubliceerd hebben onder *Tsuga heterophylla* niet op deze soort, maar op *Tsuga Pattoniana* betrekking heeft. Wij hebben ons echter voorgenomen het hier niet bij te laten en ook de Westersche Hemlock onder handen te nemen, in de optimistische veronderstelling, dat deze soort even goede resultaten zal opleveren als de *Pattoniana*. Ik moet er onmiddellijk bijvoegen, dat dit een volkomen ongegrond optimisme is, want wij meten bij ervaring, dat nauw verwante soorten, zelfs variëteiten en vormen van één soort, wat hun physiologische eigenschappen, speciaal ook hun regeneratievermogen betreft, vaak sterk uiteen kunnen loopen.

Wij bespreken nu eerst eenige stekproeven met *Taxus baccata*, en wel de variëteit *fastigiata*. Volgens de inlichtingen, die wij van kweekers kregen, is deze vorm moeilijk te stekken.

Ze wordt vrijwel altijd vermeerderd door veredeling op zaailingen van *Taxus baccata* (de normale vorm). Mocht men een enkele keer gepoogd hebben haar door stek te vermenigvuldigen, dan bleek, dat ze zich traag en dan nog maar in een gering percentage bewortelde.

Voor onze eerste proef, die op 30 November 1937 werd ingezet, gebruikten wij eindscheuten, gemiddeld 15 cm lang, sommige geheel éénjarig, andere voor de onderhelft uit tweejarig hout bestaande. Wij hadden 80 stekken, die wij over 8 groepen verdeelden. 10 stekken per groep is te weinig om met zekerheid een optimale behandeling te bepalen, maar toch wel voldoende om ons een denkbeeld te vormen van de reactie van dit object op de groeistoffen. De stekken kwamen na de behandelingen (9 verschillende opzuigbehandelingen en 1 contrôle) in zand en turfmolm. *Reeds binnen twee maanden was een groot deel van de stekken bewortelde.*

Het bleek, dat de callusvorming daarentegen door de behandelingen niet gestimuleerd werd, maar veeleer geremd of geheel onderdrukt. Dit is volstrekt geen vaste regel; in andere gevallen gaan de stimulatie van callusvorming en van wortelvorming samen. Een vaste regel bestaat er in dit opzicht niet; het hangt — behalve van het object — ook weer in hooge mate van de behandelingswijze af.

Ik toon nu eerst het resultaat op 2 Februari, dat is dus na 9 weken (tabel 3).

TABEL 3.

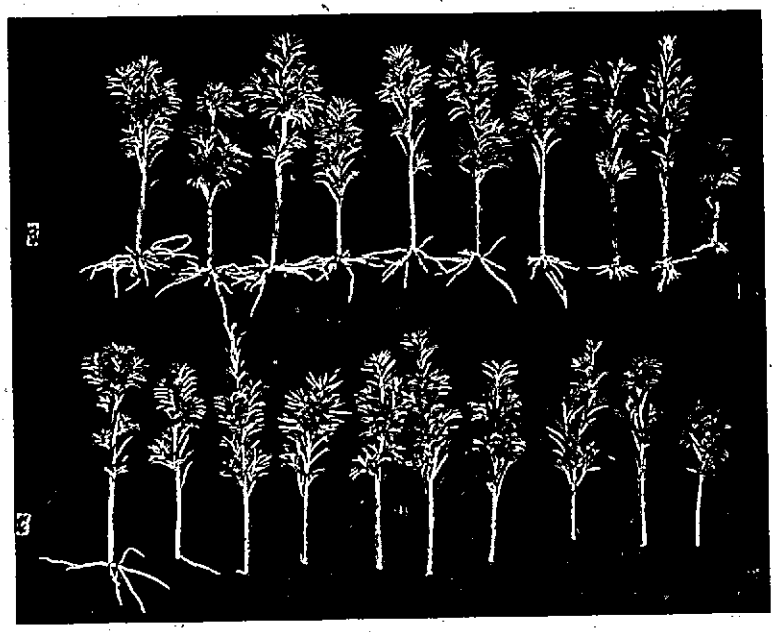
Behandeling, 10 ex.				dosis per stek in γ $1\ \gamma = 0.001$ mg	beworteld op 2 Febr.
-βindol. azijnzuur,	100 mg,	9	uur	90	7
idem	50 mg,	24	„	55	10
idem	25 mg,	24	„	22.5	10
α-napht azijnzuur,	100 mg,	9	„	60	1
idem	50 mg,	24	„	55	4
idem	25 mg,	24	„	27.5	7
Contrôle. water		24	„	0	3

In deze proef winnen de i.a.z.-behandelingen het van de n.a.z.-behandelingen (100 % bij twee behandelingen). Hoogstwaarschijnlijk is dit een kwestie van concentratie. Wij zijn hier klaarblijkelijk met het n.a.z. wat aan den hoogen kant: men ziet, dat met afnemende dosis het bewortelingspercentage toeneemt.

Drie weken later is het resultaat van de beste behandelingen 100 %, dat van de contrôle 40 %. Dat het verschil in werkelijkheid nog grooter is dan door deze cijfers wordt uitgedrukt, blijkt uit het beeld, dat de groepen dan opleveren:

Later, toen wij naar een geschikt object zochten om de waarde van koolpoeder als drager van groeistof te bestudeeren en tevens een vergelijking te maken tusschen *naphtyl-*

azijnzuur en het *kaliumzout* daarvan, zijn wij weer op dit object teruggekomen. In October 1940 hebben wij een proef ingezet met 18 groepen, elk van 24 exemplaren. In dit geval waren het kleine, onvertakte, éénjarige scheutjes, 6 à 10 cm. Deze proef omvatte 9 groeistof-poederbehandelingen, 6 groeistof-oplossingbehandelingen en 3 contrôlegroepen, nl. 1e



Figuur 1.
Stekken van *Taxus baccata* var. *fastigiata*.
30 IX '37 gestoken, 2 II '38 gefotografeerd.
Boven: behandeld met ind. az. zuur, 50 mg per l, 24 uur.
Onder: contrôle; water, 24 uur.

direct, dus zonder eenige behandeling, 2e met koolpoeder alleen behandeld, 3e gedurende 24 uur met de basis in water.

Ook deze stekken werden in een verwarmde kas onder dubbel glas gestoken. De volgende tabel (tabel 4) geeft een samenvatting van de resultaten na 3 maanden.

TABEL 4.
Poederbehandelingen; houtskool als drager.

24 ex. per behandeling	kool	i.a.z.			n.a.z.			K-n.a.z.		
		2 %	1%	0.4%	2 %	1%	0.4%	2 %	1 %	0.4%
aantal gewortelde st.	4	2	3	1	13	12	10	11	19	11
totaal aantal w.	5	2	3	1	52	40	18	40	53	23
totale lengte der w. (cm)	43.5	13	14.5	5	111	105	87	93	166	126
aantal w. per bew. stek	1.2	1	1	1	4	3.3	1.8	3.7	2.8	2.1

Opzuigbehandelingen en twee controle-groepen.

24 ex. p. behandeling	Geen beh.	Water 24 u.	i.a.z. 100 mg 4 u.	i.a.z. 50 mg 24 u.	n.a.z. 100 mg 4 u.	n.a.z. 30 mg 24 u.	K-n a z. 100 mg 4 u.	K-n a z. 30 mg 24 u
dosis per stek in mg	—	0	10	10	10	9	10	7.5
aantal gewortelde st.	1	6	13	7	15	18	18	15
totaal aantal w.	1	8	22	13	105	92	111	68
tot. lengte der w. (cm)	5	47	104	26	235	266	327	149
aant. w. per bew. stek	1	1.3	1.3	1.9	7.0	5.1	6.2	4.5

Wij zien hier, boven, de 10 poederbehandelingen ; onder, de direct gestekte en de vloeistofbehandelingen. Wij hebben hier van alle stekken de wortels geteld en gemeten ; zoodat men hier vermeld ziet :

a) het aantal gewortelde stekken (d.i. dus op de 24) ;
b) het totaal aantal wortels van de geheele groep ;
c) de totale lengte van deze wortels ;
d) het aantal wortels per beworteld stek.

De laatste drie cijfers geven ons een denkbeeld van de sterkte der bewortelíng.

Wij zien nu (onderaan links) de contrôlegroep, direct gestekt („geen beh.") : 1 geworteld met 1 wortel van 5 cm. Vergelijken we hiermede twee van de beste van de behandelde groepen :

Poederbehandeling : K-n.a.z. 1 % : 19 st. geworteld, dus bijna 80 %, tezamen met 53 wortels, die met elkaar 166 cm lang zijn.

Vloeistofbehandeling : K-n.a.z. 100 mg per 1, gedurende 24 uur ; 18 st. geworteld, tezamen met 111 wortels, met elkaar 327 cm lang.

Interessant is het verder op te merken, dat ook reeds de beide behandelingen met kool en met water, 24 uur, eenige versterking van de wortelvorming hebben veroorzaakt ; door de laatstgenoemde is zelfs 25 % der stekken geworteld, echter maar zwak.

Voorts is hier op te merken, dat het naphtylazijnzuur en het kaliumzout daarvan veel sterker gewerkt hebben dan het indolylazijnzuur ; dit blijkt zoowel bij de poeder- als bij de vloeistofbehandelingen. De poederbehandelingen met indolylazijnzuur blijven hier merkwaardigerwijs zelfs achter bij die met koolpoeder alleen. Het feit, dat *Taxus baccata* (de type) minder gevoelig is voor indolylazijnzuur en daarom liever met naphtylazijnzuur behandeld moet worden, is reeds meer opgemerkt.

Grootendeels zal dit wel een kwestie van doseering zijn. In de vorige proef bv., waar krachtige stekken grootere doses opnamen, bereikten wij ook met indolylazijnzuur 100 % slaging.

Als tweede voorbeeld dan :

Tsuga Pattoniana.

Hiermede werd op 7 September '37 een proef ingezet met 216 stekken. Deze proef is uitvoerig beschreven in Mededeeling No. 33 van het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt, helaas dan onder een verkeerden naam.

Ik zal er hier alleen het volgende vermelden: De proef omvatte 80 kleine, eenjarige zijtakjes en 136 grootere (van 8 à 12 cm), die, behalve uit de éénjarige topeinden, ook uit twee- soms driejarig hout bestonden. De resultaten wezen uit, dat er geen reden is aan een van beide typen van stekken de voorkeur te geven; alleen zeer forsche stekken met driejarig hout bewortelen zich moeilijker.

Wij zullen ons hier bepalen tot de „groote stekken". Deze werden verdeeld in 8 groepen van 17 stekken; behalve de beide contrôlegroepen, waterbehandelingen, werden hierop zes verschillende behandelingen, alle met indolylazijnzuur, toegepast.

Tabel 5 geeft een overzicht van deze proef, van de behandelingen en van het verloop der beworteling.

TABEL 5.

Behandeling met i.a.z., telkens 17 ex.	dosis p. stek in γ	beworteld op:		waargenomen op 30 Nov.:		
		21 Oct.	30 Nov.	totaal aantal wortels	totale wortellengte in cm	gemidd. lengte der w.
100 mg 18 u.	36	3	11	78	120	1.5
50 mg 66 u.	40	1	12	63	109	1.7
50 mg 42 u.	25	1	16	94	185	2
50 mg 18 u.	14.5	6	16	97	325	3.3
25 mg 66 u.	20	1	12	30	136	4.5
25 mg 42 u.	13	4	13	50	165	3.3
water 66 u.	0	0	3	3	3	1
water 18 u.	0	0	3	4	19	4.8

Het is duidelijk, dat de beworteling van de contrôles veel trager en zwakker is dan die van alle behandelingsgroepen. Zoo vinden we op 30 November, dus binnen 3 maanden, bij de behandeling 50 mgr 18 uur, 94 % beworteling, tegen 17 % bij de contrôlegroepen.

Ook hier is echter het verschil nog weer veel grooter dan alleen door deze slagingspercentages wordt uitgedrukt. Een telling en meting van alle wortels leerde, dat de totale wortellengte van deze behandelde groep zeventien maal zoo groot was als van de contrôlegroep. Dit resultaat werd verkregen met een behandeling, waarbij één gram indolylazijnzuur voldoende is voor 70.000 stekken. Een toepassing op groote schaal behoeft dus op de kosten niet af te stuiten.

Deze beide voorbeelden toonen m.i. voldoende, dat er, althans met sommige Coniferen, hier wel iets te bereiken valt. Niet minder is dit het geval met verschillende *loofhoutgewas-*



Figuur 2.
Stekken van sering, var. Florent Stepman;
gestoken 22 Juli '41, gefotografeerd 16 Oct. '41.
Contrôle-groep, direct gestoken.

sen, al blijft het helaas een feit, dat juist een aantal van de meest belangrijke, vooral onder de Cupuliferen en de Pomaceeën, zich tot dusver zoo recalcitrant getoond hebben.

Wat ons werk met *loofhoutgewassen* betreft wil ik, met het oog op den tijd, volstaan met U twee afbeeldingen te toonen, die ik ontleen aan ons (nog niet gepubliceerd) onderzoek betreffende het stekken van seringen. Zooals U bekend zal zijn, worden in onze seringencultuur de variëteiten, die voor trekken gebruikt worden, steeds vermeerderd door enting op zaailingen van Syringa vulgaris of op Liguster. De practici zijn van meening, dat ze zich niet laten stekken. Wij zijn sinds een paar jaar met dit onderwerp bezig; de beide afbeelding hebben betrekking op Florent Stepman (22 Juli—16 October '41): contrôle, direct gestoken, (fig. 2) en i.a.z. 200 mg, 4½ uur (fig. 3).

Al blijft het dus te bejammeren, dat wij met de eigenlijke woudboomen nog niet gevorderd zijn wat de vegetatieve vermeerdering betreft, waar de boschbouw zich tegenwoordig, als ik mij niet vergis, ook voor een groote verscheidenheid van gewassen voor onderbeplanting interesseert, daar kunnen misschien ook de resultaten, met een groot aantal bladheesters verkregen, van eenig belang zijn voor den boschbouw.

Op de mogelijkheid, dat het gebruik van groeistoffen ook voor de vegetatieve vermeerdering van de boomen zelf beteekenis zou kunnen krijgen, wordt in de laatste jaren in



Figuur 3.
Stekken van Sering, var. Florent Stepman;
gestoken 22 Juli '41, gefotografeerd 16 Oct. '41.
Behandeld met ind. az. zuur, 200 mg per l, 4.5 uur.

boschbouwkundige kringen ook wel gewezen. In Canada bv. heeft "the committee on forest tree breeding" onderzoekingen naar de mogelijkheid van vegetatieve vermeerdering door middel van alle voor den boschbouw belangrijke boomsoorten, onder toepassing van groeistofbehandeling, op haar programma gezet. In Duitschland heeft C. A. Schenck in de „Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung" van 1942, onder den titel „Forstliche Genetik in den Vereinigten Staaten", iets medegedeeld over het werk der Amerikanen in deze richting en er nadrukkelijk op gewezen, dat het noodig is ook in Duitschland op dit gebied niet achter te blijven. Ik kan de verleiding niet weerstaan enkele zinnen hieruit te citeeren:

„In diesem neuen Waldbau, dessen forstgenetische Grundfesten wir unter Einsatz aller forstlichen „„Kanonen"" raschestens erstürmen sollten, wird die ungeschlechtliche Vermehrung der Waldbäume eine auszerordentlich grosze Rolle spielen". „Wenn wir — zoo zegt hij — tatsächlich die Möglichkeit sehen zum vegetatieven Groszbetrieb überzugehen, da müssen die groszen deutschen Forstbaumschulen dazwischen geschaltet werden; sie müssen die ihnen gelieferten Steckreisen genau so ausbrüten, wie sie seit langen Jahren die ihner gelieferten Samen ausbrüten, um Millionen von Pflänzlingen über alle deutschen Lande zu verschicken".

Als volslagen leek op boschbouwkundig gebied zal ik mij

er niet aan wagen te beoordeelen in hoeverre dit alles wenschelijk en mogelijk is. Ik kan mij echter voorstellen, dat het ook in den boschbouw gewenscht is in bepaalde gevallen genetisch volkomen homogeen plantgoed te kweeken, klonen van boomen met waardevollen eigenschappen en dat men dan naar een gemakkelijke en snelle vegetatieve vermeerdering zal zoeken. Daarbij is natuurlijk stekken de aangewezen weg en de uitbreiding, die de toepassing van groeistof geeft aan de mogelijkheid van stekken, zal aangegrepen moeten worden. Dit is dan ook de weg, dien de Amerikanen, vooral de Canadeesche onderzoekers, zijn ingeslagen.

Maar men hoede zich voorloopig toch wel voor een al te groot optimisme. Er rijzen op dezen weg nog heel wat moeilijkheden. Ik geloof niet, dat de kosten een hinderpaal zullen vormen. Bij den tegenwoordigen productieprijs van de synthetische groeistoffen en de geringe doses, die er noodig zijn, zullen de kosten de verwezenlijking niet in den weg staan. De grootste moeilijkheid is wel, dat juist de belangrijkste boomsoorten, zooals eiken en beuken, zoo uiterst moeilijk tot beworteling te brengen zijn en ook voor de groeistofbehandeling wel tot de meest ondankbare objecten behooren.

Het ziet er naar mijn meening ook niet naar uit, dat deze moeilijkheid spoedig overwonnen zal worden. Wellicht, dat, als wij eens veel dieper zijn doorgedrongen in het wezen van de zaak, van de regeneratieve wortelvorming en de factoren, die haar beheerschen, wij wat verder zullen komen, maar dit is nu eerst recht toekomstmuziek.

Bij zulke recalcitrante objecten, waar houtstek — naar het schijnt — geheel hopeloos is, zullen wij onze toevlucht moeten nemen tot *scheutstek*, dus nog niet geheel verhoute, bebladerde twijgstukken. Vaak hebben deze een grooter regeneratievermogen, veelal ook zijn zij gevoeliger voor de inwerking van de groeistoffen. Maar scheutstekken kan men zoo goed als nooit in den vollen grond opkweeken, daarvoor zijn bakken en kassen noodig, waartoe men dan ook in de Vereenigde Staten zijn toevlucht nam bij de Citrus-cultuur. Het lijkt mij echter zeer dubieus, of iets, wat uitvoerbaar is bij het aanleggen van ook nog zoo uitgestrekte boomgaarden, ook nog mogelijk is om de „millioenen stekken uit te broeden", waarvan dr S c h e n c k gewaagt. Waar nu echter een „insider", een zaak met enthousiasme begroet, past het mij eigenlijk niet er een domper op te zetten. Ik haast mij daarom er bij te voegen, dat het, wat de Coniferen betreft, er wel iets beter voor schijnt te staan. Hierop hebben dan ook — voor zoover ik kan nagaan — de Amerikaansche onderzoekingen in hoofdzaak betrekking en ik zou dan ook tot slot nog gaarne eenige oogenblikken Uw aandacht willen vragen voor dit werk.

De gegevens, die tot onze beschikking staan, hebben hoofdzakelijk betrekking op *Abies* en *Picea*.

Wat *Abies* betreft, de eenige soort, waarover ik positieve gegevens heb gevonden, is *Abies Veitchii* en wel in een verhandeling van Hitchcock en Zimmerman (1939). Deze behelst een vergelijkend onderzoek naar de werkzaamheid van wortelvormende stoffen en naar de verschillende methoden om stekken te behandelen. De schrijvers werkten hoofdzakelijk met indolylboterzuur, een stof, die in de U.S.A. nogal veel opgang gemaakt heeft. Zij passen drie methoden toe:

1e opzuiging,
2e talkpoederbehandeling,
3e momenteele indooping in sterk geconcentreerde groeistofoplossing, de zgn. "concentrated-dip" methode.

In dit onderzoek was *Abies Veitchii* slechts één van de test-objecten ter vergelijking van deze methoden en de resultaten zijn kort en fragmentarisch weergegeven. Er zijn dan, naar het schijnt, positieve resultaten verkregen met deze soort en wel met de opzuigmethode met indolylboterzuur in concentraties van 60 à 80 mgr. per l. (24 uur), terwijl ook met de poedermethode en de momenteele indooping positieve resultaten werden verkregen. Waarin nu deze resultaten bestonden, welk percentage zich bewortelde, de kracht en snelheid van de beworteling, dat zijn dingen, die men tevergeefs zoekt.

Wanneer wij hier nu nog bijvoegen, dat Tincker (in Engeland, Wisley Laboratory) met *Abies squamata* onder toepassing van verschillende behandelingen *negatieve* resultaten verkreeg, dan is hiermede zoowat alles gezegd, wat er over *Abies* te vinden is. Heel hoopvol ziet het er m.i. voor *Abies* niet uit. Volgens Beiszner (1909) hebben uit zijtakken opgekweekte planten het nadeel, dat ze zelden of nooit hoofdassen vormen, zoodat men hier, om normale planten te verkrijgen, op stekken uit hoofdassen aangewezen is. Men moet dus, evenals bij *Araucaria*, den kop uit een plant snijden en de loodrecht omhoog groeiende zijtakken voor de vermenigvuldiging gebruiken. Voor een vermeerdering op groote schaal is dit natuurlijk volkomen onbruikbaar.

Over *Picea* valt wat meer te zeggen. Dit geslacht schijnt zich over het geheel beter te laten stekken dan *Abies* en *Pinus*, zooals reeds blijkt uit hetgeen Beiszner daaromtrent vermeldt (Handbuch der Nadelholzkunde, 2e druk 1909). Positieve resultaten zijn hier bereikt met een soort, die vermeld wordt als *Picea glauca* Voss., var. *conica*, waarmede dus waarschijnlijk een vorm van den Canadeeschen spar (*Picea canadensis* B.S.P.) bedoeld wordt, verder met *Picea pungens* en met *Picea excelsa*.

Met den Canadeeschen spar schijnen Hitchcock en

Zimmerman positieve resultaten te hebben gekregen met stekken, die in Maart gestoken werden en weder met indolylboterzuur op verschillende wijze behandeld. Over den aard van die resultaten blijven wij ook hier in het onzekere.

Met *Picea pungens* kreeg Tincker (1938) volkomen negatieve resultaten. Daarentegen kregen Thimann en Delisle (1939) bij het stekken van éénjarige scheuten (*Picea pungens Moerheimii*, „oude boom"; in April) door een groeistofbehandeling (i.a.z., 100 mgr. per 1.) 80 % beworteling, in 8 weken, tegen 0 % bij de contrôles. Een twee maal sterkere behandeling gaf 60 % beworteling, waarbij dan — te oordeelen althans naar de afbeelding — de beworteling wel wat krachtiger was.

Dezelfde schrijvers verkregen met het stekken van *Tsuga canadensis* percentages van ruim 60 %, terwijl er van de onbehandelde geen enkele wortelde. En dat zelfs wanneer het materiaal van oude boomen (70 jaar en meer) gesneden werd. De leeftijd van de plant, die het stekmateriaal levert, is nl. ook een factor van beteekenis.

In het bijzonder door het onderzoek van Gardner (1930) is gebleken, dat het bewortelingsvermogen van de stekken veelal sterk afneemt met toenemenden leeftijd van de moederplant.

Tenslotte dan *Picea excelsa*.

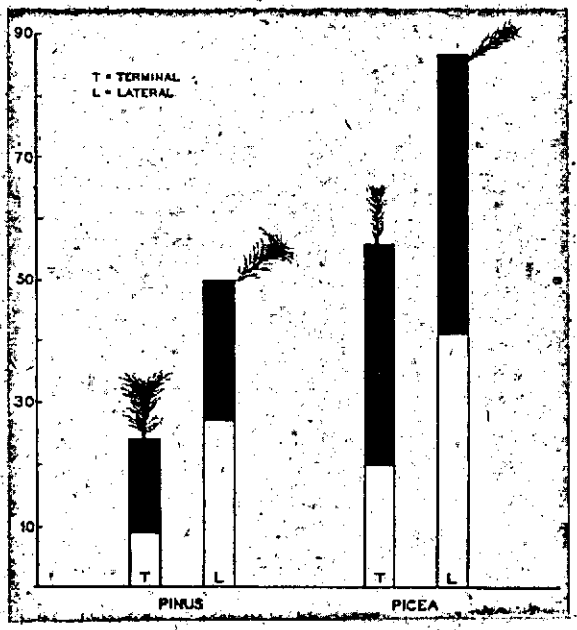
De hierop betrekking hebbende gegevens, bijna alle uit Amerika, zijn nogal tegenstrijdig. Zoo kreeg bv. Farrar (1939) bij het stekken van materiaal, gesneden van 40-jarige boomen, zonder groeistofbehandeling een hoog bewortelingspercentage, terwijl Thimann en Delisle, die stekken van een 60-jarigen boom sneden, met of zonder behandeling 0 % slaging verkregen. Uitgaande van 3-jarige planten kregen deze in hun contrôles (24 uur water) 35 % beworteling en met i.a.z. 100 mgr 24 uur, 78 %.

Ook 400 mgr gaf 78 % naar het schijnt krachtige beworteling. De behandeling was — te oordeelen naar de afbeelding, die de schr. geeft — echter wel te sterk. De optimale behandeling moet tusschen de 100 en 400 mgr per liter gelegen hebben.

In de hier genoemde slagingspercentages zijn de terminale en de laterale stekken samen genomen. Het bewortelingsvermogen van verschillende deelen van eenzelfde plant en hun reacties op groeistofbehandelingen vormen een onderwerp op zichzelf, waarop wij nu niet kunnen ingaan.

Ik wil U echter een afbeelding toonen, ontleend aan dezelfde publicatie van Thimann en Delisle, waaruit duidelijk blijkt, hoe, zoowel bij *Picea excelsa* als bij *Pinus Strobus*, de laterale scheuten zich aanmerkelijk beter bewortelden dan de terminale (fig. 4). Hier geven de witte kolommen de percentages aan van de contrôles (24 uur water)

en de zwarte de vermeerdering bij optimale behandeling. Zooals men ziet gaven de laterale scheuten bij optimale behandeling bijna 90 % slaging. Ik herinner U er echter aan, dat wij hier — zoowel bij *Pinus strobus* als bij *Picea excelsa* — met materiaal van 3-jarige boomen te doen hebben.



Figuur 4.
Vergelijking van het bewortelings-percentage van laterale en terminale scheuten van *Pinus Strobus* en *Picea excelsa*, van driejarige planten gesneden.
De witte kolommen geven het bewortelings percentage van de met water behandelde controle's, de zwarte de stijging van dit percentage bij optimale behandeling met ind. az. zuur.

De tijd laat niet toe op het werk van Grace en dat van zijn leerling Farrar met *Picea excelsa* thans nog in te gaan. Dit werk heeft, wat de groeistofbehandelingen betreft, in hoofdzaak negatieve resultaten opgeleverd, maar er zitten overigens nog interessante dingen in.

Hoe het te verklaren is, dat hun resultaten met groeistofbehandelingen tot dusver zoo teleurstellend waren, is voorshands moeilijk te zeggen. De schrijvers zelf hebben er blijkbaar ook geen vrede mede en zij werken er nog aan door. Hun latere publicaties bereiken ons echter niet meer door den oorlogstoestand. Het zou mij echter niets verwonderen, wanneer wij later nog betere resultaten zullen vernemen. Ik zie geen enkele reden waarom ook bij *Picea excelsa* geen positief effect te bereiken zou zijn. Er is mij althans geen ander voor-

beeld bekend, waarbij — wanneer de plant van nature reeds een zeker bewortelingsvermogen heeft — door een groeistofbehandeling de resultaten zich niet lieten verbeteren en meestal zelfs zeer aanmerkelijk.

Ik heb terloops reeds gewezen op de beteekenis van den leeftijd van de moederplant op beworteling van stekken. Hierover heeft Gardner in 1930 een aantal gegevens gepubliceerd, waarvan ik die, welke op Coniferen betrekking hebben, in een tabel vereenigd heb (tabel 6):

TABEL 6.

Leeftijd:	1 jaar	2 jaar	3 jaar	>10 jaar
Pinus sylvestris	77	8	0	—
Pinus strobus	98	51	12	—
Pinus resinosa	62	3	7	—
Pinus taeda	46	6	0	—
Thuja occidentalis	—	100	—	42
Picea excelsa	—	90	—	50
Taxodium distichum	95	30	10	—

Bewortelingspercentage van stekken in verband met den leeftijd van de boomen, die de stekken leverden; éénjarige scheuten (naar de gegevens van Gardner, 1930).

Wij zien hier, dat de 2-jarige meestal achter blijven bij de 1-jarige, wat ook bij de meeste loofboomen het geval was. In den regel daalt het cijfer voor de 3-jarige ook weer.

Aangezien het een algemeen verschijnsel is in de levende natuur, dat het regeneratievermogen van jonge organismen grooter is dan van oude, behoeft ons dit feit niet te verbazen.

In den laatsten tijd hebben Thimann en Delisle (1939) aandacht aan dit feit geschonken. Zij werkten met eenige Coniferensoorten en ook met loofhoutgewassen en constateerden in verschillende gevallen, dat — terwijl volwassen boomen zich in het geheel niet lieten stekken — met zeer jonge boomen nog wel eenig resultaat te bereiken was en tevens, dat dan veelal het slagingspercentage door groeistofbehandeling zich nog op liet voeren. Onderstaande afbeelding (fig. 5) toont bijv. een aantal stekken van *Quercus borealis*, gesneden uit 4-jarige zaailingen. Van rechts naar links toont de foto telkens drie vertegenwoordigers van die vier behandelingswijzen, die daarbij de volgende bewortelingspercentage's gaven:

water: . . . . . 22 %
i.a.z., 100 γ : . . . . 30 %
i.a.z., 200 γ : . . . . 38 %
i.a.z., 400 γ : . . . . 82 %

Stekken van 60-jarige boomen gaven bij al deze behandelingen 0 %.

TABEL 7.

Boomsoort	leeftijd in jaren	Behandeling met indolylazijnzuur in de conc. mg per L.		
		0	100	200
Pinus strobus.	2	18	46	—
	3	7	20	29
	3	1	10	31
	65	0	0	0
Picea excelsa.	3 à 4	35	—	78
	60	0	—	0
Quercus borealis	3 à 4	9.5	—	18
	60	4	—	0

Zooals tenslotte tabel 7 toont, verkregen zij bij zeer jonge planten nog wel eenig percentage slaging, terwijl bij de stekken van volwassen boomen de beworteling geheel uitbleef. Voorts blijft uit de tabel, hoe door groeistofbehandelingen deze percentage's nog 2 à 3 maal zoo hoog werden.

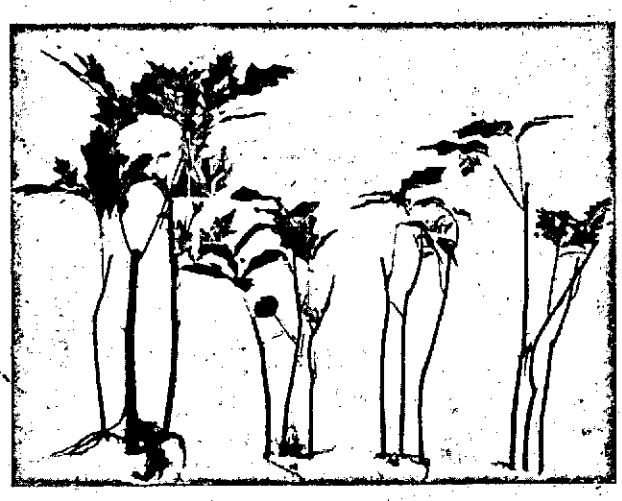
De schrijvers zelf uiten de meening, dat — althans voor selectiewerk — het probleem van de wortelvorming van zulke „moeilijke" planten ten deele is opgelost. Dit lijkt mij nu wel wat optimistisch. Het spreekt vanzelf, dat men van jonge planten niet veel stekken kan snijden. Het vermogen tot wortelvorming aan stekken schijnt bij sommige boomsoorten na enkele jaren geheel te verdwijnen. Of het zal gelukken de oorzaken daarvan te vinden en op te heffen en of misschien de gevoeligheid voor de inwerking van groeistoffen wat langer aanwezig blijft, waardoor er ook bij deze gewassen iets te bereiken zal zijn, wat practische waarde heeft, dit zal de toekomst moeten leeren.

Ik vrees, mijnheer de Voorzitter, dat ik intusschen reeds wat veel van de aandacht van mijn toehoorders gevergd heb; velen zullen ongetwijfeld thans, evenals ik, benieuwd zijn, wat de heer Snackers ons zal weten op te disschen, maar ik zou U nog graag enkele oogenblikken willen vragen voor een meer persoonlijk woord.

Het bosch heeft vanaf mijn kindsheid, toen ik in het Haagsche Bosch planten zocht, mijn groote en onveranderlijke liefde. U zult dat van een ouden paddenstoelen-zoeker, die ook al heel wat voetstappen in de Geldersche bosschen heeft liggen, wel willen gelooven, al verdenkt U mij er misschien van vaak door de zwammen het bosch niet gezien te hebben. Maar ik moet bekennen, dat ik langen tijd den boschbouw en den boschbouwkundigen een minder goed hart, ja misschien wel eenigen wrok heb toegedragen. Zij onderhielden de bosschen te goed naar mijn zin en zij plantten de boomen te veel op rijtjes. Wie weet welk een eldorado voor den mycoloog een flink verwaarloosd loofbosch kan zijn, welk een

rijke verscheidenheid van veelal prachtige en interessante zwammen dat kan opleveren, zal dit misschien kunnen plaatsen.

Intusschen heb ik zelf met het klimmen van de jaren de onbillijkheid hiervan ingezien en begrepen, dat het met de bosschen al niet anders is dan met ons menschen: dat met voortschrijdende cultuur veel oorspronkelijke schoonheid onherroepelijk verloren gaat, zonder dat wij daar in den regel iemand voor aansprakelijk kunnen stellen. Toch is mij bij het



Figuur 5.
Stekken van *Quercus borealis*, gesneden van vierjarige boomen.
Van rechts naar links telkens 3 stekken:
1) behandeld met water, 24 uur.
2) „ „ ind. az. z., 100 mg per l, 24 uur.
3) „ „ „ „ 200 „ „ „ „ „
4) „ „ „ „ 400 „ „ „ „ „
Naar Thimann en Delisle.

bestudeeren van dit onderwerp „groeistoffen en boschbouw" wel eens de angst bekropen, dat wij nu geheel en al den verkeerden kant uitgaan. Wanneer wij nu ook al bosschen zouden gaan aanleggen van vegetatief vermeerderde planten, van klonen, waarin de boomen op elkaar gelijken als de eene druppel water op den andere, bosschen van troostelooze eentonigheid en zoo goed onderhouden, dat er voor geen enkele houtzwam plaats is en waarin de vogels alleen nestgelegenheid vinden als men die er kunstmatig in aanbrengt, dan zou dit mijns inziens wel een hoogst onaantrekkelijk perspectief zijn!

Ik heb mij echter laten vertellen, dat de boschbouw in de laatste jaren ook nieuwe wegen ingeslagen is en dat door velen thans een grootere vrijheid en verscheidenheid in de aanplanting, niet alleen op aesthetische, maar ook op weten-

schappelijke gronden, voorgestaan wordt. Volgens deze nieuwere opvattingen zou het ook niet zoo erg zijn, ja misschien zelfs wel nuttig, als er eens wat takken of zelfs hier en daar een geheele boom in het bosch op den grond bleven liggen.

Laat ik dus eindigen met de wensch, dat ook den boschbouwers eens zal gelukken hun klonen te kweeken, zooals zij naar hun meening zijn moeten, maar tevens, dat zij er in zullen slagen deze vegetatief vermeerderde boomen te gebruiken als bouwstoffen voor een schoon en harmonisch geheel.

GECITEERDE LITERATUUR.

Erréra, L. (1904). Conflicts de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux. Recueil d'oevres, Physiologie générale (1910). Bruxelles.

Fitting, H. (1910). Weitere entwicklungsphysiologische Untersuchingen an Orchideeenblüten. Zeitschrift für Botanik 2.

Müller, A. M. (1935). Ueber den Einflusz von Wuchsstoff auf das Austreiben der Seitenknospen auf die Wurzelbildung. Jahrb. f. Wiss. Botanik, Bd. 81.

Cholodny, N. G. (1936). Hormonization of grains. C.R. (Doklady) de l'Acad. Sc. U.R.R.S., Vol. III.

Barton, L. V. (1940). Some effects of treatment of non-dormant seeds with certain growth substances. Contr. Boyce Th. Inst., Vol. 11.

Youden, W. J. (1940). Seed treatments with talc and root-inducing substances. Contr. Boyce Th. Inst., Vol. 11.

Amlong, H. U. en Naundorf, G. (1937). Über einige praktische Anwendungen der pflanzlichen Streckungswuchsstoffe. Forschungsdienst Bd. 4.

Amlong, H. U. en Naundorf, G. (1938). Neue Wege der Pflanzenstimulation. Forschungsdienst Bd. 5.

Amlong, H. U. en Naundorf, G. (1939). Wuchsstoffe und Pflanzenertrag. Forschungsdienst Bd. 7.

Thimann, K. V. en Lane, R. H. (1938). After-effects of the treatment of seed with auxin. Amer. Journ. Bot., Vol. 25.

Grace, N. H. (1938). Effect of phytohormones on seeds damaged by formaldehyde and other disinfectants. Canad. Journ. Res., C., Vol. 16.

Croxall, H. E. en L. Ogilvie (1940). The incorporation of growth hormones in seed dressings. The Journ. Pom. and Hortic. Sc., Vol. XVII.

Smith, C. L. en Romberg, L. D. (1939). A method for the treatment of cuttings and roots of the

pecan with root-inducing chemicals. Plant Physiology, Vol. 14.

Laibach, F. (1932). Pollenhormon und Wuchsstoff. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 50.
Zie ook de publicaties van Laibach c.c. in Jahrb. wiss. Bot. Bd. 78. 83, 68; Planta, Bd. 19, 21, 25; Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 51, 53; Naturwissenschafte. Bd. 22; Der Züchter, Bd. 6; Gartenbauwissenschaft Bd. 11.

Lek, H. A. A. van der en Krijthe, E. (1940). Bevordering van de wortelvorming van stekken door middel van groeistoffen II. Meded. van de Landbouwhoogeschool, Dl. 44.

Schenck, C. A. (1942). Forstliche Genetik in den Vereinigten Staaten. Allgemeine Forst- und Jagd. Zeitung.

Hitchcock, A. E. en Zimmerman, P. W. (1939). Comparative activity of root-inducing substances and methods for treating cuttings. Contr. Boyce Th. Inst., Vol. 10.

Tincker, M. A. H. (1939). A further report on the root-forming substances used for propagation purposes. Journ. R. Hort. Soc., Vol. 64.

Thimann, K. V. en Delisle, A. L. (1939). The vegetative propagation of difficult plants. Journ. Arnold Arb., Vol. 20.

Gardner, F. E. (1930). The relationship between tree age and the rooting of cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sc., Vol. 26.

Farrar, J. L. (1939). Rooting of Norway spruce cuttings. The Forestry Chronicle.